

C.5168/2

[148]

RP8082



**RECONNAISSANCE  
MORPHO-PEDOLOGIQUE  
DE LA REGION D'AWASSA**

\*\*\*\*\*

**ETUDE DU PERIMETRE  
DE LA FERME D'AWASSA**

31 JUIL. 1974

**ETHIOPIE  
(Province SIDAMO et ARUSSI)**

**FICHE**

**M. RAUNET  
Juin 1974**



**I.R.A.T.  
INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES  
PICALES ET DES CULTURES VIVRIERES  
PEDOLOGIE**



\*RP08082\*

Je suis reconnaissant à l'Ambassade de France, et en particulier à Monsieur BOUCHER, Chef de la Mission de Coopération technique et culturelle, d'avoir favorisé et appuyé mon travail.

J'exprime ma profonde gratitude à son Excellence le BLATTA NEGATOU W.G., pour avoir permis ce travail et pour le bienveillant intérêt qu'elle y a porté. Il me faut également remercier Monsieur PAYOT, Conseiller du Ministre pour m'avoir accueilli si cordialement à ADDIS ABABA.

Enfin, j'ai bénéficié pendant une dizaine de jours de la présence de J. KILIAN, responsable du Service des Sols à l'IRAT ; une grande partie de ce rapport est l'émanation de tournées communes et de discussions passionnantes.

*Castel*  
ALFA SUPERIEUR



## AVANT PROPOS

Les études exposées dans le présent rapport ont été réalisées entre le 9 Mars et le 12 Avril 1974, à la demande de Monsieur CHEVREAU, responsable de la Station Agronomique d'AWASSA.

Le but initial de cette mission était l'étude et la cartographie morpho-pédologique du périmètre de la ferme d'AWASSA. Nous avons jugé utile de compléter ce travail, par la reconnaissance générale du Bassin d'AWASSA, de façon à situer la ferme dans son environnement et préciser la représentativité des sols qui s'y trouvent.

Je tiens à remercier ici, toutes les personnes qui, sous une forme ou sous une autre, ont favorisé, encouragé et appuyé ma mission.

Je suis tout spécialement reconnaissant à Monsieur CHEVREAU pour l'aide constante et efficace qu'il m'a toujours apportée, ainsi que ses collaborateurs et en particulier ATO ZEWDU DUMER, Agronomist Research Officer.

La direction de la ferme m'a accordé un soutien précieux, j'exprime ma gratitude à :

ATO BISRAT MEKONNEN      General Manager

ATO NAOD      Co Manager

ATO KASSA      Technical Manager

ainsi qu'à Monsieur BEGASSE conseiller en mécanisation, qui m'a fait part de son expérience et de sa bonne connaissance des terrains de la ferme.

Je n'oublierai pas le Captain LEMA GEBRE SELASSIE qui m'a été d'une aide dévouée et extrêmement utile, devant toute ma mission.

Grâce au concours et aux conseils de Monsieur BORDERON, responsable du SORADEP, j'ai pu emprunter les axes les plus intéressants de la région d'AWASSA et du périmètre du SORADEP.

.../...



## TABLE DES MATIERES

	Page
AVANT PROPOS	
I - APERCU GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE DE LA RIFT VALLEY .....	1
1. Présentation géographique .....	1
2. Géologie et formation .....	4
3. Conséquences sur la nature et la répartition des sols .....	8
II - ETUDE DE LA REGION D'AWASSA .....	11
1. Présentation générale .....	11
2. Morpho-pédologie .....	15
2.1. Remplissage volcano-lacustre .....	16
2.2. Edifices volcaniques .....	24
2.3. Escarpements limitant la dépression d'AWASSA .....	29
2.4. Zones alluviales de raccordement .....	32
2.5. Plateaux dominant la dépression d'AWASSA .....	33
III - LE PERIMETRE DE LA FERME D'AWASSA .....	42
1. Le modelé .....	42
2. Mise en place des matériaux .....	46
3. Description des matériaux et des sols associés Milieux de pédogenèse - Contraintes et problèmes agronomiques .....	48
3.1. Les matériaux des édifices volcaniques .....	50
3.2. Les sédiments volcano-lacustres anciens à argile noire et leur recouvrement cendreux .....	53
3.3. Les sédiments volcano-lacustres récents, cendreux .....	67



3.4. Les sédiments volcano-lacustre récents, complexes .....	69
3.5. Les ponces .....	73
3.6. Les colluvions .....	84
 IV - CONCLUSIONS GENERALES .....	85
 Bibliographie .....	90
 ANNEXES .....	97
. Description de sols .....	97
. Lexique .....	139

## APERCU GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE DE LA RIFT VALLEY

-----

## 1. PRESENTATION GEOGRAPHIQUE

La "Rift Valley" est un fossé d'effondrement qui sépare l'Ethiopie en 2 parties. A l'Ouest, le plateau Ethiopien proprement dit, et à l'Est, le plateau Somalien. Ce fossé a la forme d'un couloir allongé orienté NNE-SSW, d'environ 80 km de large mais s'aggrandissant en triangle dans l'AFAR pour s'ouvrir sur la Mer Rouge. Il a la même origine volcano-tectonique que les autres grands fossés d'Afrique de l'Est qui le prolongent au Sud (Kenya, Ouganda, Tanzanie, Rwanda, Malawi) et au Moyen Orient (Mer Rouge, Jordanie, Israël, Syrie). Il s'agit d'une cassure et d'un effondrement de la croûte terrestre qui s'étend, sur près de 6000 km, de la Syrie jusqu'au Mozambique.

Nous ne parlerons ici que de la partie principale du Rift Ethiopien, s'étendant entre le lac CHAMO au Sud, et le village de WONDJI au Nord.

L'escarpement qui limite la Rift Valley à l'Est, est généralement bien net. Sa dénivellation varie entre 500 et 1000 mètres. Par contre la bordure Ouest du Rift est beaucoup moins bien définie. La montée sur le plateau Ethiopien est progressive sans escarpement de faille net et unique.

L'altitude moyenne des plateaux Ethiopien et Somalien est d'environ 2400 mètres. L'altitude du plancher du Rift varie de 1200 mètres (au lac CHAMO) à 1800 mètres au Nord du Lac ZWAI. Mais entre ces 2 lacs, la pente générale n'est pas régulière ; la dépression du lac AWASSA est encastrée dans un bombement atteignant presque 1800 mètres d'altitude.

La dépression du Rift est asymétrique ; sa partie la plus basse est située près de l'Escarpement Est. On y trouve une série de lacs qui sont du Nord au Sud : les lacs ZWAI, LANGANO, ABYATA, SHALA, AWASSA, MARGHERITA (ou ABAYA),

.../...



CHAMO. Ces lacs sont de dimension, de profondeur et de salinité variable. Le plus profond et le plus salé est le lac SHALA (266 mètres, conductibilité : 19.800  $\mu$  mhos/cm). Le moins profond et un des moins salés est le lac ZWAI (7 mètres, conductibilité : 200  $\mu$  mhos/cm).

La topographie du "plancher" du Rift est irrégulière. Elle s'explique par la tectonique et la présence de gros édifices volcaniques (voir plus loin). Certaines zones sont intensément faillées et compartimentées, donc accidentées et érodées (spectaculaire au Nord du Lac Margherita), d'autres zones non affectées par la tectonique ou tapissées d'épais recouvrements cendreaux, sont mollement ondulées (Est de KOLITO par exemple).

Le climat, tropical d'altitude, présente une saison des pluies de Mars à Octobre, coupée en Juin par une petite saison sèche aléatoire. La pluviosité varie entre 600 à 1200 mm. Les températures moyennes ne montrent pas de forte amplitude (18°6 en Août, 20° 7 en Avril, à AWASSA) ; mais on peut observer des températures minima assez basses, proches de 0° pendant la saison sèche. L'ensoleillement est satisfaisant et les vents sont modérés.

La végétation naturelle est une savane arborée, parfois boisée, à base d'acacias (A. SEYAL, A. TORILLIS, A. NILOTICA, A. ALBIDA), de CROTON MACROSTACHYS, et de BALANITES AEGYPTIACA. Il reste encore quelques belles forêts, spécialement aux alentours des lacs ABYATA et LANGANO ; mais on observe actuellement un déboisement extrêmement rapide (mise en culture, bois de chauffage). Le pastoralisme est très pratiqué ; la Rift Valley est un immense terrain de parcours pour les troupeaux, qui sont extrêmement nombreux. Seuls la zone Sud du Lac AWASSA (WONDO, DILLA, YRGALÉ) et l'escarpement Est, plus arrosés, sont très cultivés depuis longtemps (Café Arabica, faux bananier, haricot, maïs) ; dans la plus grande partie de la Rift Valley, la colonisation est très récente. Le défr-

chement est brutal et rapide et la mise en culture, faisant intervenir une mécanisation lourde, est souvent mal adaptée à la fragilité des sols, qui par ailleurs sont très riches.

Comme nous le verrons par la suite, les sols présentent une très bonne fertilité potentielle, du fait de la nature volcanique ou volcano-lacustre récente de la roche mère (matériau rhyolitique cendreuse, ponceux, ou tufeux). Mais ils sont également très sensibles à la dégradation et à l'érosion hydrique ou éolienne.

Les conditions de milieux, dans la Rift Valley sont donc favorables à une agriculture tropicale et tempérée, de haut rendement. Mais celle-ci devra être entreprise prudemment, dans une optique de conservation du patrimoine sol.



## 2. GEOLOGIE ET FORMATION DE LA RIFT VALLEY

Nous résumons ici, essentiellement les conclusions (et certaines hypothèses) de P.A. MOHR et G.M. DI PAOLA.

A L'éocène et à l'oligocène, de très vastes épanchements basaltiques d'origine fissurale, recouvrent le substratum cristallin sur une épaisseur considérable pouvant dépasser 3000 mètres ; pendant cette période s'édifient également quelques gros volcans bouclier.

Après une phase de soulèvement, puis d'applanissement au cours du miocène, les basaltes de la partie Sud et centrale de l'Ethiopie ont été recouverts pendant le pliocène par des produits rhyolitiques de type ignimbrite (tufs soudés), dont l'épaisseur atteint 500 mètres en certains endroits.

Durant le pleistocène, le socle, avec son épaisse couverture volcanique ("trap série") s'est soulevé. Ce soulèvement s'est accompagné d'un vaste effondrement donnant naissance à la "Rift Valley". Un réseau de fractures longitudinales a alors permis la montée d'un magma acide très visqueux et très riche en gaz. Des éruptions fissurales ont émis de grandes quantités de produits rhyolitiques en suspension incandescente dans les gaz chauds. Des "nuées ardentes débordantes" (RITTMANN) se sont étalées très rapidement en recouvrant des surfaces énormes. Le fossé d'effondrement a donc été le siège d'un épais remplissage d'ignimbrites (tufs rhyolitiques soudés à chaud et plus ou moins recristallisés). Le plancher du Rift étant occupé, pendant le quaternaire, par de grands lacs, beaucoup de ces produits rhyolitiques se sont déposés dans l'eau et sont interstratifiés avec des sédiments (argiles, diatomites, cinérites...)

Toujours durant le pleistocène, certains grands édifices se sont formés sur la bordure Est du Rift, sur le plateau (CHILALO, KAKKA, BADDA, ENCUALO)

.../...

A la suite de cet intense épisode volcanique, se sont produits des réajustements tectoniques : failles, effondrements de type caldera (lac SHALA, dépression du lac AWASSA), alors que la "Rift Valley" continuerait à s'élargir et à s'effondrer.

Ensuite, un épisode basaltique a eu lieu (MOHR, 1968). Les sorties de basalte sont alignées sur un réseau de fractures orientées NNE - SSW et sont de type fissural, et très souvent sous aquatique ; les coulées sont interstratifiées avec des dépôts lacustres et les cônes sont souvent de nature "hyaloclastique", à faciès lité. Par contre les émissions basaltiques aériennes, postérieures aux hyaloclastiques ont un faciès classique de scories.

Enfin, durant l'holocène les derniers mouvements tectoniques assez intenses ont cisailé toutes les formations précédentes suivant un réseau de failles parallèles à l'axe de la Rift Valley ; certaines failles, rares, sont transversales. Le plancher du Rift est ainsi compartimenté en blocs soulevés ou abaissés. Le long de ces fractures, ont été émis les derniers produits volcaniques, toujours de type acide, rhyolitique : ponces, cendres, obsidiennes qui ont construit de grands édifices tels que : CHABBI, URJI, ALUTU, BORE, BERICCIO. Les manifestations fumerolliennes parfois intenses (CHABBI) ainsi que la fraîcheur de la lave prouvent que les dernières éruptions sont extrêmement récentes ; en particulier pour le CHABBI, qui peut être considéré comme un volcan actif.

Les cendres et les ponces ont recouvert de grandes surfaces, oblitérant les accidents tectoniques antérieurs. Mais à l'heure actuelle, beaucoup de failles et de fissures continuent à jouer, comme l'atteste la sismicité importante de la région (spécialement aux alentours du lac SHALA).

.../...



Au quaternaire, simultanément à cette activité volcanique, ont eu lieu des épisodes lacustres. En effet, le quaternaire a été caractérisé, du point de vue climatique, par une alternance de périodes pluviales et de périodes interpluviales couplées avec les épisodes glaciaires et interglaciaires Européens. (Les plus hauts sommets Ethiopiens, notamment le Simien, ont été couverts par les glaciers ; les formes periglaciaires sont courantes).

Les périodes pluviales, se sont traduites, dans la Rift Valley par l'existence d'immenses étendues lacustres, beaucoup plus importantes que celles observées actuellement, ainsi que l'atteste l'extension des sédiments volcano-lacustres (diatomites, tufs, argiles, cinérites, ponces...), interstratifiés avec les dépôts ignimbrites à faciès aérien. La reconstitution paléogéographique de ces anciens lacs est très difficile à faire à cause des nombreuses déformations tectoniques qui ont interféré avec la sédimentation lacustre (pendant ou après le dépôt).

Le chapelet de lacs (une dizaine) existant actuellement est vraisemblablement la survivance d'une étendue d'eau unique qui s'est rétrécie du fait de l'évaporation durant les interpluviaux.

D'autre part, le volcanisme et les déformations rigides postérieures ont individualisé des bassins tectoniques plus ou moins indépendants (MOHR, 1962) :

- le bassin des lacs "GALLA" qui comprend les lacs SHALA, LANGANO, ABYATA, ZWAI
- le bassin du lac AWASSA
- le bassin des lacs CHAMO, MARGHERITA (ABAYA) et STEPHANIE

En tout cas, il est prouvé (travaux de GROVE et GOUDIE, et de MOHR) que le bassin des lacs SHALA, LANGANO, ABYATA et ZWAI, formait un lac unique. Il en est de même du bassin des lacs CHAMO, MARGHERITA et STEPHANIE. Quant au lac

.../...

AWASSA, il occupe une position particulière, puisqu'il se trouve à 1600 m d'altitude, dans un bassin fermé au centre d'une dépression volcano-tectonique sub-circulaire se situant sur un bombement du Rift ; ce bombement est la partie la plus haute du plancher du Rift, à environ 1800 mètres d'altitude. Il semble que le bassin d'AWASSA était relié au lac SHALA antérieurement à son effondrement, avant la formation de la faille transversale qui le borde au Nord, et avant l'édification du complexe volcanique URJI et CHABBI (voir carte 1/100.000).

La dernière période lacustre, qui s'est produite il y a seulement quelques 5000 ans, a laissé des lignes de rivage et une série de cordons littoraux parallèles ; ceux-ci sont bien visibles sur les photographies aériennes et n'ont pratiquement pas été affecté par un tectonisme postérieur.



### 3. CONSEQUENCES SUR LA NATURE ET LA REPARTITION DES SOLS

L'imbrication et souvent la simultanéité pendant le quaternaire, des épisodes volcaniques, lacustres et tectoniques expliquent l'originalité et la complexité du milieu physique de la Rift Valley. Certains critères géomorphologiques utilisables dans d'autres régions sont difficilement applicables ici, spécialement en ce qui concerne la reconstitution des niveaux lacustres, déplacés par le tectonisme ou oblitérés par des projections plus récentes. Il est également assez difficile de différencier certains dépôts volcaniques aériens, par rapport à des dépôts volcano lacustres.

Pour une étude pédologique, on conçoit donc qu'il faille apporter la plus grande attention au mode de mise en place et à l'âge relatif des différents matériaux en présence si l'on veut comprendre la nature et la répartition des sols qui s'y sont formés.

L'histoire géologique quaternaire ayant montré :

- une grande fréquence dans le dépôt de matériaux différents,
- des modifications de conditions de drainage, qui ont pu être rapides

- de nombreux mouvements tectoniques,

il faut s'attendre à ce que tous ces épisodes se reflètent dans la nature des sols. Ainsi des recouvrements peuvent enterrer des paléosols marqués par les caractères d'une pédogenèse héritée de conditions antérieures différentes. C'est ainsi que l'on trouve très souvent à faible profondeur une "argile noire" témoin d'une pédogenèse hydromorphe inactuelle, enterrée par des cendres plus récentes, à pédogenèse andique ou isohumique.

.../...

Un autre exemple particulièrement frappant est celui des sols observés au Sud de la dépression d'AWASSA, dans une région ayant subi d'importantes et récentes déformations tectoniques. Ici, le plancher initial de la Rift Valley (ignimbrites) a évolué pendant une période assez longue du pleistocène, en condition de pédogenèse stable, c'est à dire sans phase lacustre, éruptive ou tectonique. Cette stabilité est témoignée par la présence de sols rouges évolués assez épais (de type ferrallitique ou fersiallitique). Postérieurement à cette phase de pédogenèse efficace, un tectonisme très actif de failles parallèles rapprochées, a cisailé le substratum (et les sols qui s'y trouvaient), et l'a compartimenté en une série de horsts et de grabens. Les sols rouges, en position de bon drainage, ont persisté sur les horsts, alors<sup>que</sup> dans les grabens ces sols ont évolué en conditions d'hydromorphie, en sols gris hydromorphes ; les escarpements de faille, toujours très raides et à forte dénivellation sont le siège d'une érosion géologique très intense et les sols y ont disparu. On a donc ici un exemple de toposéquence pédologique commandée par la tectonique : association répétitive de sols rouges, de sols d'érosion, et de sols gris.

Une reconnaissance rapide dans la région Ouest de WONDO (point d'essai SORADEP de CHUCKO), nous a montré un autre exemple mettant en évidence l'importance de l'évolution géomorphologique pour comprendre l'évolution pédologique. Cette région est encore un type de paysage particulier, caractérisé par une association de deux types de milieux : des zones en position de bon drainage où se trouvent des sols rouges épais (ferrallitiques ?), intensément cultivés, et des zones très légèrement dépressionnaires formant de grandes étendues herbeuses, non cultivées, de forme allongée. On y trouve des sols gris hydromorphes très argileux. La dénivellation entre ces deux unités est faible et assez progressive. Ici, la tectonique

.../...



n'a pas joué pour expliquer cette différenciation. L'interprétation la plus logique est la suivante : cette région était autrefois occupée par des diverticules et anastomoses lacustres, séparant des îlots et presqu'îles à contours irréguliers sur lesquels existaient des sols rouges sur matériau ignimbrétique, alors que dans les dépressions se formaient des alluvions lacustres. Pour une raison quelconque, il s'est produit une vidange rapide, ainsi que l'atteste la présence d'un goulot de vidange, très profond et étroit (petit canyon) à l'aval de certaines de ces étendues herbeuses ; on y observe aussi des figures d'incision spectaculaires, larges, à fonds plats et à parois raides, indiquant un courant d'eau puissant. Cette incision tranche dans les alluvions, où on note une alternance de cinérites, diatomites, ponces ; au sommet se trouvent des blocs de cuirasse et une argile noire, caractères reliques d'une hydromorphie qui était plus marquée qu'à l'heure actuelle. Avant la rupture du seuil, devaient régner des conditions marécageuses (sols tourbeux, sols à gley, cuirasses). Actuellement du fait de leur forte teneur en argile et de leur compacité, les sols sont toujours affectés par une hydromorphie texturale (sols gris) bien que les conditions de drainage se soient améliorées ; ces modifications se traduisent par un début d'évolution verticale.

## CHAPITRE II

## ETUDE DE LA REGION D'AWASSA

-----

## 1. PRESENTATION GENERALE

AWASSA, capitale du SIDAMO, compte environ 12.000 habitants. Elle est située à 275 km au Sud d'ADDIS ABEBA (route goudronnée), à 7° de latitude Nord et 38° 30' de longitude.

1.1. Physiographie

Le lac AWASSA et le petit lac SHALLO voisin se trouvent dans une dépression d'origine volcano-tectonique, de 25 à 30 km de diamètre, dans la partie orientale de la Rift Valley. Des escarpements de faille limitent la dépression de tous les côtés. Le lac AWASSA lui même est à 1600 mètres d'altitude ; l'escarpement Est correspond à la bordure de la Rift Valley ; sa dénivellation est importante, de l'ordre de 800 - 1000 mètres ; bien qu'il soit très dégradé par l'érosion, on y trouve une végétation forestière encore assez dense, malgré les défrichements (climat plus humide).

Les escarpements Sud et Ouest, formant grossièrement un arc de cercle, sont moins hauts (200 - 400 mètres) raides et ravinés. L'escarpement rectiligne (BOBORA) qui domine au Nord le lac SHALLO est un mur très abrupt d'environ 180 mètres de haut (il s'agit d'une faille récente). Le lac d'AWASSA est dominé, au Nord par un gros édifice volcanique complexe (CHABBI et URJI) culminant vers 2300 mètres d'altitude, et situé dans un effondrement circulaire (caldera CORBETTI).

Le lac AWASSA, qui occupe à peu près le centre de la dépression, a 18 km de long sur 7 km de large environ, et une superficie de 90 km<sup>2</sup>. Sa profondeur est de 22 mètres ; l'eau est légèrement bicarbonatée sodique (conductibilité : 1000  $\mu$  mhos/cm, pH = 8,8). Son niveau subit des fluctuations rapides. De 1969 à 1972, on a observé une montée du niveau

.../...



d'environ 1 mètre, indépendamment des fluctuations cycliques saisonnières (maximum en Octobre-Novembre, minimum en Mars-Avril). Le niveau du lac est donc très sensible aux petits changements climatiques, du fait de son endoréisme parfait (absence d'exutoire régulateur, en dehors des pertes en profondeur).

Le lac SHALLO (14,5 km<sup>2</sup>), à l'Est, est relié au lac AWASSA par un petit marigot (BLACK RIVER) s'écoulant vers ce dernier. La différence de niveau entre les 2 lacs est d'environ 4 mètres. Le lac SHALLO est le résidu d'un ancien lac beaucoup plus vaste dont il ne reste actuellement qu'une étendue marécageuse d'une superficie de 63 km<sup>2</sup>, occupée par des joncs et des papyrus, et d'où émerge un petit cône volcanique (GUMBI). Le lac SHALLO est moins alcalin que le lac AWASSA (conductibilité : 300 µ mhos/cm ; pH = 8,0)

L'ensemble du bassin versant du lac AWASSA a une superficie de 1200 km<sup>2</sup>. Le bassin est limité au Nord et au Nord Est par le bassin du lac SHALA, à l'Ouest et au Sud par le bassin du BILATE, au Sud Est par le bassin du GANALE, et enfin à l'Est par celui du WABI SHEBELLI.

Les principaux cours d'eau alimentant le bassin proviennent de l'escarpement Est.

L'intérieur de la dépression d'AWASSA est remplie de sédiments volcano-lacustres ; ceux-ci sont recouverts au Nord par des projections ponçueuses récentes en provenance des volcans de la Caldera CORBETTI. Ces dépôts de ponce ont saupoudré les alentours jusqu'au delà de SHASHAMANE et ont recouvert une partie de l'escarpement Nord de la dépression d'AWASSA.

La ville d'AWASSA et le domaine agro-industriel sont situés sur un léger bombement, séparant le lac AWASSA du marais SHALLO. Ce bombement est jalonné de petits cônes volcaniques. Le plus important est le Mont THABOR (1739 mètres) situé en bordure du lac, au Sud immédiat de la ville.

Un peu plus au Sud, se trouvent les monts ALAMURA (1910 mètres), reliefs dominants de la dépression. Il s'agit vraisemblablement d'un bloc résiduel ayant résisté à l'effondrement ; il est bordé par des escarpements de faille.

## 1.2. Climat

La pluviosité, dans le bassin d'AWASSA, dépend beaucoup de la proximité des hauteurs situées à l'Est. La zone la plus arrosée se trouve à l'Est et au Sud-Est, sur la montée de l'escarpement, avec 1200 - 1400 mm. Le piémont (zone de WONDO-GUENET) reçoit 1000 à 1200 mm. La moyenne baisse en allant vers l'Ouest : 980 mm à AWASSA, et de l'ordre de 850 mm de l'autre côté du lac.

Le dépouillement des pluies enregistrées par les pluviomètres et les quelques relevés pluviographiques (voir étude de J. PARE), à AWASSA, montrent que la moyenne est de 980 mm, que la fréquence des pluies supérieures à 40 mm est inférieure à un jour par an, et que l'intensité maximale ne dépasse guère 2 mm/min sur des périodes très courtes, de l'ordre de quelques minutes. Dans ces conditions, il semble que l'agressivité des pluies ne soient pas très grande. Malgré cela, nous verrons que les processus érosifs se déclenchent très rapidement sur certains types de sols très fragiles, lorsqu'on enlève la végétation naturelle protectrice.

Les autres données climatiques d'AWASSA sont les suivantes :

- . température moyenne mensuelle : 17° à 22° ; températures minima voisines de zéro degré (entre décembre et février), spécialement dans les zones les plus basses, près du marais.
- . ensoleillement satisfaisant : 100 à 200 heures/mois entre mars et octobre ; 200 à 300 heures en saison sèche.
- . évaporation piche = 2140 mm ; l'ETP estimée est de l'ordre de 1560 mm/an
- . vents modérés, de vitesse faible, mais fréquents. Les vents de saison sèche, dangereux pour l'érosion éolienne sur certains types de sols, sont alternativement de direction SW (8 à 10 m/s) et de direction NW (plus de 10 m/s). Il faut noter la présence fréquente de tourbillons.



### 1.3. Végétation

L'escarpement Est, région la plus arrosée, possède une végétation de milieu tropical humide, très différente du reste du bassin : Acacia abyssinica, Albizia gummifera, Cordia abyssinica, Lobelia, Podocarpus gracilior, Croton macrostachys, Oxytenanthera sp (bambou).

En allant vers l'Ouest, on trouve la végétation caractéristique de la Rift Valley : Croton, Ficus, Albizia schimperiana, sur sols alluviaux plutôt argileux, puis sur sols légers, une savane arborée à dominance d'acacias : A. seyal, A. tortillis, A. olbida, A. nilotica (?), A. polyvacantha, A. sieberiana, Croton macrostachys, Balanites aegyptiaca, Carissa edulis, Olea africana, Combretum sp.

La zone marécageuse au Sud du lac SHALLO est couverte par : JUNCUS, TYPHA, PAPYRUS.

Les berges du lac AWASSA, très boisées sont occupées par des acacias et des ficus avec un sous bois de Vernonia auriculifera, Solanum campylacanthum, Maytenus senegalensis, Rhus natalensis et Balanites aegyptiaca.

La mise en culture de la dépression d'AWASSA est récente (une quinzaine d'années). Une grande partie (5.000 hectares) située à l'Est et au Nord d'AWASSA, est occupée par le domaine agro-industriel (maïs, sisal, haricots, quelques cultures irriguées : tomates, piment). La partie Ouest du lac AWASSA (une dizaine de km de large) est à l'heure actuelle totalement déforestée ; sa mise en culture est très rapide, sous forme de grandes exploitations mécanisées.

La région située à l'Est du Marais, est cultivée depuis plus longtemps ; le climat plus humide permet de nombreuses cultures : café, canne à sucre, avocat, agrumes, bananier, ensete (faux bananier)... Il en est de même pour la région Sud de la dépression d'AWASSA, sur sols rouges. La zone montagneuse de la Caldera CORBETTI, au Nord n'est pratiquement pas cultivée.

.../...

## 2. MORPHO-PEDOLOGIE .

Comme nous l'avons déjà mentionné, pour l'ensemble de la Rift Valley, ce sont les alternances ou les imbrications des phases volcanique, lacustre et tectonique qui expliquent les formes de relief, la nature et la répartition des matériaux, donc dans une grande mesure les sols. C'est pourquoi l'examen géomorphologique, qui prend en compte l'ensemble des processus antérieurs et actuels pour expliquer le modelé et son évolution présente, permet le mieux de rendre compte de la structure du paysage. Les subdivisions géomorphologiques constituent l'ossature du milieu physique ; elles permettent de disséquer et de hiérarchiser ce milieu en ensembles naturels (ou unités de paysage) caractérisés chacun par des formes, des sols, des processus dynamiques (évolution), des contraintes, donc en dernier lieu, par des modes spécifiques de mise en valeur.

L'exposé qui suit est le résultat d'une reconnaissance rapide de la région d'AWASSA. La carte qui l'accompagne est à l'échelle du 1/100.000. Il faut la considérer comme une esquisse.

Les lacs AWASSA et SHALLO sont logés dans le fond d'une zone effondrée d'origine volcano-tectonique assimilable à une grande Caldera, d'environ 30 km de diamètre. Cet effondrement s'est produit en bordure de l'escarpement Est de la Rift Valley et a affecté le plancher de ce rift composé d'une alternance d'ignimbrites, de tufs poncaux et de dépôts volcano-lacustres.

Dans le bassin versant du lac AWASSA, se détachent 4 grands ensembles :

- la dépression proprement dite remplie de sédiments volcano-lacustres et d'où émergent quelques pustules volcaniques.

.../...



- les escarpements de faille qui entourent la dépression
- les gros édifices volcaniques dominant le lac AWASSA, au Nord (CHABBI, URJI)
- les "plateaux" périphériques à la dépression, situés au-dessus des escarpements.

## 2.1. LE REMPLISSAGE VOLCANO-LACUSTRE

### 2.1.1. Géomorphologie

Après l'effondrement de la Caldera d'AWASSA, celle-ci a vraisemblablement été occupée par une grande étendue lacustre, dont il ne reste plus actuellement que les lacs AWASSA et SHALLO, ce dernier étant en cours d'assèchement progressif.

Les sédiments sont en majeure partie d'origine volcanique (projections ou nuées ardentes arrivant dans un lac) ; on y trouve des tufs, des cinérites, des ponces, des cendres ; ainsi que des diatomites (origine biologique) et, dans la partie Est (zone du marais SHALLO), des couches argileuses et sableuses de décantation, issus d'apport fluviaux provenant de l'érosion des sols rouges argileux de l'escarpement Est et du plateau Somalien. Interstratifiés avec ces dépôts, peuvent exister des couches d'ignimbrites et des coulées basaltiques.

Pour des raisons climatiques et volcano-tectoniques, la surface lacustre s'est divisée en 2 parties, séparées par un bombement central où est actuellement située la ville d'AWASSA. Ce bombement est dû à un soulèvement (horst volcano-tectonique), provoqué par la poussée d'un magma basaltique : intrusion de type "laccolite" dans les alluvions volcano-lacustres, cônes de tufs "basalto-rhyolitiques" sous lacustres (faciès de hyaloclastite) et de scories aériennes basaltiques, le long de fissures orientées N-S.

.../...

Le soulèvement a été un peu dissymétrique ; il a provoqué une cassure sur sa bordure Est, matérialisée par un talus très net dominant le marais et où affleurent des blocs de coulée basaltique. Sur la bordure Ouest cela a été moins rigide ; on n'observe pas de talus continu aussi net ; bien que celui ci existe localement, il y a davantage eu flexure que cassure.

Le soulèvement de la partie centrale de la dépression explique la chronologie des dépôts lacustres du bassin. Les sédiments les plus anciens correspondent à la zone émergée en premier, entre le lac AWASSA et le marais SHALLO. Ces sédiments sont des cinérites lacustres beiges à texture sablo-limoneuse (à sable très fin) ; après la phase lacustre ce matériau a évolué en conditions marécageuses : la partie supérieure est argilifiée, noirâtre ; il s'agit d'un paléosol hydromorphe, qui a été postérieurement recouvert par 50 à 150 cm de cendres. En profondeur, entre 5 et 20 mètres suivant les endroits se trouve un niveau basaltique.

La zone située à l'Ouest du lac AWASSA jusqu'à l'escarpement (5 à 10 km) a été le siège d'une sédimentation plus longue : les dépôts sont blanchâtres, riches en niveaux de ponces et en sables très fins ; on n'observe pas au sommet la couche "d'argile noire", comme à l'Est d'AWASSA.

Enfin, les dépôts du marais SHALLO et de ses alentours sont les plus récents. La plus grande partie est marécageuse (papyrus, joncs). L'ancien lac venait autrefois buter contre un talus d'origine tectonique (environ 8 mètres de dénivellation) que l'on observe à l'Ouest. Du fait de cette cassure, la rétraction du lac a été beaucoup plus régulière de son côté Ouest que sur les autres bordures. À l'Est et au Sud du marais actuel, l'assèchement et le drainage se sont opérés progressivement, laissant des zones de transition à hydromorphie plus ou moins accentuée. Les dépôts lacustres sont caractérisés par une alternance rapide de niveaux peu

.../...



épais de cinérite blanche à diatomite (caractéristique), de sables, d'argiles brunes, grises ou noirâtres. La couche supérieure généralement limoneuse ou sablo-limoneuse présente parfois des morceaux de ponce roulée, sur la bordure Ouest du Marais.

Toute la région Nord de la dépression d'AWASSA, (spécialement le Nord de la BLACK RIVER, le Nord et le Nord Ouest du lac AWASSA) a été recouverte par une épaisse couche de ponce (1 à 4 mètres), lors des épisodes volcaniques les plus récents, ayant donné naissance aux gros édifices volcaniques à l'intérieur de la Caldera CORBETTI. Sous ces ponces, se trouvent des dépôts volcano-lacustres indifférenciés.

Le lac AWASSA est entouré par une auréole de 200 à 1200 mètres de large, formée d'une série de Cordons littoraux parallèles, matérialisant les lignes de rivage successives témoins de la dernière regression holocène (moins de 5000 ans). Ces cordons sont généralement ponceux. Ils sont très visibles sur les photographies aériennes car ils sont occupés par une végétation dense en bandes parallèles. Au-delà de cette bande de cordons littoraux, la zone Ouest du lac montre 1 à 3 niveaux peu marqués. La partie N-W du lac a été soulevée (pente vers le SE) lors du contre coup consécutif à la formation de la Caldera CORBETTI. Il s'en est suivi un ravinement important des dépôts volcano-lacustres et de leur couverture ponceuse. Malgré tout, la photographie aérienne montre nettement à cet endroit, 2 niveaux de terrasses assez oblitérés, dont on perd rapidement la trace vers le Sud. Ces niveaux ne semblent pas correspondre à des différences de faciès alluviaux et de sols.

Pour en terminer avec la mise en place des sédiments volcano-lacustres, signalons que la partie S-W a été cisailée par plusieurs failles récentes, de direction NNE-SSW, en même temps que le Sud de la dépression d'AWASSA. Ces failles ont déplacé verticalement les sédiments en les compartimentant en horsts et grabens à escarpements très nets et peu dégradés.

.../...

### 2.1.2. LES SOLS

- La partie Ouest du lac AWASSA est occupée par des matériaux blanchâtres (sables ponceux, cendres), pulvérulents. Les sols, à tendance isohumique, ont une couleur brun clair, sont de texture sablo-limoneuse (sable très fin) à structure instable, sensibles à l'érosion éolienne lorsqu'ils sont travaillés à l'état sec. Cette érosion se manifeste sous forme de puissants tourbillons de poussière en saison sèche. Dans cette région, le déboisement total et la mise en culture brutale et mal adaptée à la fragilité des sols (charrue à disques) risque d'aboutir rapidement à une baisse de fertilité consécutive au départ de matière organique et à la dégradation de la structure.

L'absence d'obstacle mécanique ou de discontinuité brutale dans le sol (niveau argileux ou paléosol enterré), est un élément favorable au bon développement des racines. Mais ces sols présentent un drainage très rapide et risquent de poser des problèmes d'alimentation hydrique du fait de leur faible capacité de rétention en eau.

- La partie Est de la dépression d'AWASSA, autour du marais, constitue un milieu tout à fait différent ; ici, le milieu de pédogenèse est créé par l'hydromorphie. L'intensité de l'hydromorphie dépend de l'existence ou non d'une nappe d'inondation pendant une partie de l'année, de l'amplitude de la fluctuation de la nappe phréatique et de la position de celle-ci par rapport à la surface du sol.

. Le marais occupe environ 6000 hectares. Il est totalement inondé en saison des pluies. En saison sèche, il est occupé par une juxtaposition de plages marécageuses en permanence à papyrus, et de plages herbacées mieux drainées mais à nappe peu profonde où paissent les troupeaux. Le marais semble actuellement dans une phase de drainage naturel. On observe un peu partout la présence de chenaux de vidange de 10 à 100 cm de profondeur.

.../...



Les sols sont très hydromorphes : juxtaposition de sols tourbeux et de sols humiques à gley à anmoor. Il s'agit d'une tourbe oligotrophe fibreuse, brune généralement peu épaisse (10 à 30 cm) issue de papyrus à enracinement très superficiel (grosses racines rampantes). Sous le niveau tourbeux, se trouve un gley gris noirâtre à texture limoneuse. Vers 60 - 80 cm de profondeur apparaît le niveau blanchâtre assez compact, caractéristique de ces alluvions (cinérite + diatomite ?).

Mis à part les pâturages extensifs, cette immense étendue n'est pas utilisée ; elle constitue une réserve potentielle importante pour la mise en valeur de la région. On peut penser en particulier à l'utilisation rizicole ou à l'utilisation pastorale. Si les conditions économiques et écologiques (variétés) permettaient le développement de la riziculture, cette plaine semblerait tout à fait favorable, soit en utilisant le régime hydrique naturel et en l'adaptant au type de culture (pluviale, de nappe, ou d'inondation), soit en aménageant certaines zones pour mieux contrôler l'eau.

Ces 6000 hectares pourraient également être aménagés en pâturages améliorés, en liaison avec l'intensification de l'élevage et la fourniture de viande à l'abattoir de WONDO-GUENET.

Avant tout aménagement des études hydrologiques et pédologiques seront nécessaires pour connaître le milieu, en particulier :

- . la fluctuation de la nappe phréatique (piézomètres)
  - . les zones inondées en permanence
  - . l'épaisseur de la lame d'inondation et sa fluctuation
  - . le bilan hydrologique : apports (marigots, pluies), évaporation, drainage.
  - . les fluctuations du lac SHALLO (et du lac AWASSA) ; les débits de la BLACK RIVER
  - . la localisation des zones à tourbes, et l'épaisseur de celle-ci
  - . l'épaisseur du sol au-dessus du niveau lacustre blanchâtre.
- Après quoi il faudra faire des études topographiques.

. Les zones de transition entre le marais proprement dit et les terrains inondables, sont des plages résiduelles encore inondables ; elles sont de formes très irrégulières, plus ou moins anastomosées. Ces zones sont situées entre le marais et les escarpements Est et Sud ; elles ne sont pas cultivées, seulement pâturées.

Les sols sont toujours hydromorphes, moyennement organiques ; ce sont des sols humiques à gley. La matière organique est de type anmoor ; la texture est généralement limono-argileuse. La nappe est proche de la surface du sol.

Pour être mises en valeur, ces zones demandent à être drainées par des canaux reliées aux exutoires naturels que constituent les nombreuses petites rivières descendant de l'escarpement et se perdant dans le marais.

. Les zones non inondables sont imbriquées avec les unités précédentes. Le drainage y est meilleur, bien que la nappe soit très proche de la surface du sol en saison des pluies. Ces zones sont cultivées. Les sols sont hydromorphes à gley/<sup>à nappe</sup> de forte amplitude, à texture limono-argileuse. Cette contrainte due à l'hydromorphie et susceptible de gêner le développement des racines, peut nécessiter dans certains cas un drainage.

- Le bombement central, situé entre le lac AWASSA et le marais est formé d'un substratum d'alluvions anciennes cinéritiques, recouvert par une couche cendreuse de 50 à 150 cm d'épaisseur.

Le domaine de la ferme d'AWASSA occupe la quasi totalité de cette unité. Le profil pédologique est caractérisé par la présence en profondeur d'un paléosol hydromorphe argileux ("argile noire") affectant la partie supérieure des cinérites compactes ; ce paléosol montre une accumulation de calcaire en mycellium (le long d'anciennes racines) et en nodules anguleux très durs. Au-dessus, le recouvrement cendreux a donné naissance

.../...



à un sol limoneux, de couleur brune ou brun-grisâtre, de texture massive, assez friable. Il est assez riche en matière organique (3-4 %). Il semble subir une évolution à la fois andique et isohumique. Le contact entre les deux matériaux est brutal ; au niveau de la discontinuité, on observe un horizon légèrement blanchi, sablo-limoneux, d'aspect "mie de pain", de 5 à 15 cm d'épaisseur. Cet horizon témoigne d'un lessivage oblique au niveau du plancher argileux.

Ces sols ne présentent pas de contraintes majeures ; la discontinuité mécanique, qui aurait pu gêner l'enracinement et provoquer une hydromorphie remontante, est en général suffisamment profonde. La teneur élevée en limons et en sables fins rend les sols sensibles à la battance, et, en saison sèche, s'ils sont trop pulvérisés, à l'érosion éolienne.

Au Sud de la BLACK RIVER se trouve la partie terminale du biseau de recouvrement cendro-ponceux récent provenant de la Caldera CORBETTI ; au-dessus des formations précédentes se trouve une couche de 30 à 80 cm de sable gravillonnaire ponceux reposant sur un niveau blanchâtre de ponce plus grossière à la base. Dans cette région, les sols sont donc plus sableux et à structure beaucoup plus fragile. Ils sont sensibles à l'érosion en nappe, spécialement sur pentes.

- La partie Nord de la dépression (au Nord de la BLACK RIVER et au NW du lac AWASSA), les matériaux originels des sols sont des ponces de recouvrement (1 à 4 mètres) se terminant en biseau au Sud de la BLACK RIVER.

Les sols sont peu épais (10 à 40 cm), de couleur noirâtre, très gravillonnaires ; ils ont une morphologie d'andosols peu différenciés. Ils passent sans transition au niveau de ponce, blanchâtre ; celui-ci est une accumulation pyroclastique à litation grossière alternativement caillou-

.../...

teuse et gravillonnaire.

Ce matériau est très filtrant et très léger ; il n'y a aucune cohérence entre les éléments pyroclastiques, pratiquement non altérés. Ces particularités, jointes à la faible épaisseur et à la fragilité du sol, font que ce milieu est à la fois très filtrant et très sensible à l'érosion (flottation des ponces). Des problèmes d'alimentation hydrique des plantes se posent ; les modalités de la dynamique de l'eau sont à étudier.

Mais c'est la faible résistance à l'érosion hydrique qui est l'inconvénient le plus grave de ces sols. Le travail de sol et la pratique de cultures annuelles sans précaution, aboutissent à une destruction et à un décapage très rapide, pouvant aller de l'érosion en nappe, même sur pente faible, jusqu'au ravinement lorsque la pente dépasse 3 %. Cette dynamique est favorisée par la flottation des ponces.

La susceptibilité à l'érosion est la contrainte majeure de ces sols, qui par ailleurs possèdent une excellente fertilité. Celle-ci risquant de disparaître rapidement par suite d'une mise en culture inadaptée, la conservation des sols doit être la principale préoccupation et doit orienter les thèmes de recherches spécifiques, concernant le mode d'exploitation du milieu, les pratiques culturales, les assolements :

- recherches sur la pratique du "minimum tillage" ou même l'absence totale de travail du sol.
- pratiques culturales en courbes de niveau ; étude sur le comportement et l'efficacité des banquettes, sur pentes.
- créations d'obstacles au ruissellement : lignes ou bandes de végétation permanente : surface enherbée, euphorbes candélabres, sisal, acacias.
- couverture totale et permanente du sol, sur pente (seuil à déterminer) : reboisement, cultures pérennes (sisal).
- essais d'assolement avec introduction de plantes fourragères de couverture puis d'enfouissement.
- introduction du fumier.

.../...



## 2.2. LES EDIFICES VOLCANIQUES

Les édifices volcaniques de la région d'AWASSA se répartissent en deux grands ensembles disproportionnés et de natures différentes :

- le puissant complexe de la Caldera CORBETTI, au Nord
- la série de petits cônes monogéniques situés à l'Est du lac AWASSA.

### 2.2.1. LE COMPLEXE VOLCANIQUE DE LA CALDERA CORBETTI

La Caldera CORBETTI est un effondrement plus ou moins elliptique, de 12 à 15 km de large, limité par un escarpement de faille (interrompu par le massif du CHABBI) recoupant des ignimbrites/<sup>et</sup> dont la dénivellation est variable : 50 mètres au Nord et au Sud (falaise très raide) mais environ 200 mètres à l'Ouest, où l'escarpement est très disséqué, tout comme celui de la dépression d'AWASSA, plus au Sud, avec lequel il est en continuité.

L'intérieur de cette Caldera d'effondrement est occupée par 2 massifs, URJI (2200 m) et CHABBI (2300 m), constituant un gros édifice polygénique très complexe. Il s'agit d'une énorme accumulation rhyolitique vitreuse composées d'imbrications et de superpositions de formes volcaniques variées : cônes pyroclastiques avec entonnoir central ou à sommet presque plat, petites calderas et cratères d'explosion, zones effondrées, dômes de lave, coulées visqueuses. Les produits pyroclastiques sont des ponces et des cendres ; les coulées et les dômes sont des ponces plus massives ou des obsidiennes. Les ponces sont largement dominantes ce qui explique le ravinement intense des formes, malgré leur âge récent (quelques milliers d'années) ; la dissection est parfois telle que certains édifices sont totalement oblitérés. La majeure partie du massif du CHABBI est formé d'une série de plusieurs coulées superposées d'obsidiennes. Ces coulées

.../...

sont épaisses et assez courtes (lave visqueuse) ; elles recouvrent des accumulations ponceuses plus anciennes. Les obsidiennes du CHABBI, très fraîches sont les produits du dernier épisode éruptif du complexe qui date de l'holocène récent (moins de 2000 ans).

D'intenses manifestations fuméroliennes sont encore visibles en divers points du CHABBI. Ses versants sont peu accessibles à cause de leur nature inhospitalière (verre coupant et végétation épineuse dense). Le massif s'est formé sur la bordure Est de la Caldera ; à cet endroit, les projections et coulées ont recouvert l'escarpement de faille limitant la caldera. Toute la partie centrale de l'édifice polygénique semble posé sur le fond plat préexistant de la Caldera, vraisemblablement remplie de sédiments volcano-lacustres. Ce qui reste du plancher initial forme une bande très irrégulière, de largeur inégale, à la périphérie de la Caldera, entre l'escarpement de faille sub-circulaire et la base du complexe volcanique sur lequel on passe sans transition, après une rupture de pente nette.

En dehors des obsidiennes, les coulées sont rares. Le magma rhyolitique très visqueux et très riche en gaz est sorti lentement, sous forme de dôme ou de galette de ponce dont les bordures sont très escarpées, et peu oblitérées à l'heure actuelle. La lave est sortie par à coups successifs, et cela est rendu visible, sur les photographies aériennes, par la présence à la surface du dôme, de bourrelets ou de stries plus ou moins concentriques ; à la surface des quelques véritables coulées (base Est du CHABBI, sous les obsidiennes) cela est encore plus net.

La viscosité de la lave explique l'abondance des matériaux pyroclastiques. La pression du magma était telle que les phénomènes explosifs l'ont emporté sur les coulées. De nombreux dômes ont terminé pulvérisés. Les projections de

.../...



ponce issues des massifs URJI et CHABBI ont saupoudré les alentours (voir page 40).

Sur les massifs, les sols sont toujours très peu développés ; il s'agit de sols peu évolués d'érosion à horizon humifère peu épais. Les obsidiennes du massif du CHABBI ne présentent aucune altération, donc pas de sols. Elles se présentent sous forme de gros blocs de verre anguleux. Malgré tout, un fourré épineux dense colonise les coulées.

Le plancher horizontal de la Caldera CORBETTI, à la périphérie des massifs, montre également des sols sur ponces. Ils ont les caractères déjà énoncés (voir page 22) mais ils sont en position topographique plane donc relativement stable, ce qui est un avantage pour leur mise en valeur. Cette grande zone de parcours pour les boeufs, commence d'ailleurs à être colonisée.

#### 2.2.2. LES CONES MONOGENIQUES SITUES A L'EST DU LAC AWASSA

Le large bombement, très mollement ondulé, situé entre le lac AWASSA et le marais SHALLLO, est jalonné de collines volcaniques isolées, constituant les seuls éléments du relief, émergeant de la plaine volcano-lacustre. Certaines de ces collines ont une forme de cône égueulé très nette (THABOR, 1739 m et GUMBI, 1850 m, dans le marais), à flancs bien rectilignes ; les autres sont beaucoup moins bien caractérisées et moins élevées : portions d'entonnoirs aplatis, arqués, très égueulés et à section convexe, pustules peu élevées à cratère très peu marqué, ou même collines ne montrant aucune trace de cratère.

Les roches qui composent ces petits édifices sont de 2 sortes :

- Dominance de "tufs" de couleur d'ensemble assez claire (brun clair, beige, orangée). Ces roches sont stratifiées,

.../...

souvent assez finement. Elles forment des surfaces structurales lisses sur les versants de certains cônes, une fois que les sols ont disparu par glissement, les éléments constitutifs de ces tufs sont de nature diverse ; on y observe des grains de couleurs différentes : vert clair, noirs, blanchâtres, rougeâtres, de nature aussi bien rhyolitique que basaltique. La pâte vitreuse est de couleur claire (brune) vraisemblablement rhyolitique ; les éléments constitutifs présentent très souvent une certaine litation (dans le sens de la stratification des couches), et parfois un faciès "perlitique". En plus de cela, on trouve, noyés dans la masse du tuf, des blocs hétérométriques de basalte massif.

- ces tufs sont généralement associés à des scories basaltiques typiques, soudées ou non ; celles-ci affleurent toujours en position haute par rapport aux tufs précédents, comme s'ils étaient sortis pendant la phase finale de l'éruption, en "crevant" les formations antérieures.

Les caractères originaux de ces tufs stratifiés font penser à des projections volcaniques en milieu sous-lacustre (hyaloclastites). Il s'agit vraisemblablement de produits d'explosion composés d'un mélange de basalte pulvérisé et vitrifié et de produits ignimbritiques de ramonage. Ces produits se sont accumulés sous l'eau en couches stratifiées, formant un cône très évasé, peu élevé, et ne présentant pas de crêtes anguleuses. Les hyaloclastites sont très souvent surmontés par des scories basaltiques ; celles-ci sont postérieures ; elles indiquent qu'en fin d'éruption le magma basaltique n'a pas été soumis à la pulvérisation sous l'eau, soit parce que la lame d'eau était insuffisante, soit parce que le cône émergeait. Les scories de fin d'éruption sont divisées ou soudées en blocs ou en dalles et elles occupent la partie supérieure de certains cônes.

.../...



Certains grands cônes, comme le THABOR et le GUMBI, sont uniquement composées d'hyaloclastites "basalto-ignimbritiques". Il faut donc supposer qu'ils sont plus anciens que les édifices moins élevés montrant des scories aériennes et qu'ils ont été construits à une époque où le niveau du lac était bien supérieur.

Tous ces petits édifices volcaniques sont à relier au soulèvement de cette partie de la dépression d'AWASSA dont les poussées basaltiques seraient responsables. Il s'agit d'un bombement volcano-tectonique. Sous les dépôts volcano-lacustres (cendres compactées) se trouve un niveau de basalte d'origine fissurale, révélé par des sondages hydrogéologiques yougoslaves ("ELEKTROPROJEKT", Zagreb). Il est difficile de dire si ces basaltes sont bien antérieurs à la sortie des hyaloclastites ou s'ils sont contemporains de celles-ci. On les trouve à des profondeurs variant entre 5 et 20 mètres ; au-dessus se trouvent les sédiments volcano-lacustres cinéritiques. Le mode de mise en place de ce niveau basaltique pose également un problème : les basaltes ont pu s'insinuer sous forme de filon-couche (sill) sous les sédiments ; ils ont également pu s'épandre antérieurement au dépôt volcano-lacustre.

La poussée de magma, qui a donné naissance au bombement d'AWASSA, a occasionné une série de fissures orientées grossièrement N - S et sur lesquelles ce sont bâtis les petits cônes hyaloclastiques ; à l'Est, dominant le marais, un talus très net signale que le soulèvement a provoqué une cassure et un décrochement NS, d'environ 7 km de long, le long duquel apparaissent des blocs et dalles cassés provenant du basalte sous-alluvial. Sur cette faille, sont également situés un grand édifice hyaloclastique arqué et égueulé vers le Sud, et un cône de basalte plus petit. Le basalte fissural sous-alluvial se présente également en affleurements discontinus et ponctuels en de nombreux endroits, où il "émerge" à peine.

.../...

Le mont ALAMURA forme un cas à part ; situé au Sud d'AWASSA, il domine la plaine à 1912 mètres d'altitude. Il n'a pas la forme d'un édifice volcanique monogénique comme les précédents et son origine est hypothétique. Le massif est limité par des escarpements de faille de tous les côtés, sauf au Sud où les dépôts volcano-lacustres le recouvrent. Il est possible qu'il constitue un bloc témoin ayant résisté lors de l'effondrement de la dépression d'AWASSA. Il est formé d'ignimbrites. A la base Nord-Ouest, est greffé un cône hyaloclastique très égueulé dont les branches basses et arquées s'avancent dans la plaine. La branche Est est coiffée par des blocs de basalte scoriacé, surmontant les tufs.

Sur le mont ALAMURA, persistent des sols argileux rubéfiés, que l'on retrouve dans la frange colluviale de piémont

### 2.3. LES ESCARPEMENTS LIMITANT LA DEPRESSION D'AWASSA

La dépression tectonique du lac AWASSA est entourée presque de tous les côtés par des escarpements élevés et souvent abrupts, ayant cisailé le plancher ignimbritique de la Rift Valley, lors de l'effondrement sub-circulaire.

Mis à part le massif volcanique de la Caldera CORBETTI, ces ramparts constituent les zones montagneuses de la région. Il s'agit donc d'une unité géographique caractéristique.

Mais les escarpements ne présentent pas partout la même dénivellation, la même pente générale, le même degré de dégradation et le même milieu de pédogenèse.

2.3.1. La falaise Est, dominant le marais, coïncide avec la bordure orientale de la Rift Valley. En effet, l'effondrement volcano-tectonique d'AWASSA s'est produit tout contre cette bordure. A la dénivellation originelle du plancher du Rift, s'est donc ajoutée celle de l'effondrement ; de sorte



qu'à cet endroit, l'escarpement de faille raccordant le plancher de Rift au plateau Somalien est particulièrement élevé, de l'ordre de 1000 mètres.

La pente générale est irrégulière et l'escarpement originel est très dégradé. Par rapport aux autres dénivellations celle-ci est la plus ancienne (début pleistocène), d'autre part elle semble avoir toujours bénéficié d'un climat plus pluvieux. Il tombe actuellement 1200 à 1400 mm et la végétation climacique est une forêt de climat tropical de montagne humide. Les sols, bien que soumis à une morphogenèse actuelle active, sont assez évolués ; ils sont rubéfiés, argileux. Tous ces facteurs ont permis une dégradation assez poussée : effondrements de pans rocheux (falaises rajeunies), mouvements de masse (glissements en planches, coups de cuillère) favorisés par la nature des sols, incisions, décapage.

Les sols ont une répartition en mosaïque. La végétation forestière originelle a permis, malgré des phénomènes catastrophiques (éboulements, mouvements de masse), une certaine stabilité du milieu d'altération en profondeur ; il s'est formé des sols rouges (de type ferrallitique). Le climat actuel étant certainement moins humide que lors de la formation de ces sols, le milieu s'est trouvé en déséquilibre, et une phase de remaniement a suivi. C'est pourquoi on observe une association de sols d'érosion tronqués, et de sols rouges remaniés (colluviaux). La pédogenèse actuelle est plutôt brunifiante et se surimpose sur les sols rouges. La brunification avec certains caractères andiques affecte directement l'ignimbrite, (généralement déjà altérée) lorsque les sols préexistants ont disparu.

Malgré l'instabilité du milieu, cette falaise est très cultivée ; la végétation forestière naturelle disparaît peu à peu. La pluviométrie est favorable à un grand nombre de cultures (café, banane, ensete, canne à sucre, avocat, maïs...) Il est à craindre que les cultures vivrières répétées

sur pentes fortes accélère rapidement les processus de dégradation : le décapage qui enlève la couche humifère toujours épaisse au départ, et le ravinement qui, une fois commencé est alors difficile à arrêter.

Les cultures les mieux adaptées à ce type de milieu sont les cultures arbustives (café, bananier, agrumes...) qui couvrent le sol.

2.3.2. Les escarpements Sud et Ouest sont moins hauts (200 à 400 mètres) mais généralement plus escarpés. Sauf dans le coin S-W, la végétation est très clairsemée ou absente.

La falaise montre des alternances de produits volcaniques acides : ponces, cinérites, ignimbrites, et de produits volcano-lacustres. L'escarpement recoupe parfois (surtout à l'Ouest) des niveaux de paléosols rouges, qui par épandage après dissection peuvent donner des placages très discontinus. Mais généralement il n'y a pas de sols, ou alors des sols peu évolués d'érosion.

La dissection, sous forme de ravins profonds, serrés et très ramifiés à l'amont, est intense.

L'escarpement est recoupé et cisailé par le réseau de faille NNE - SSW qui affecte sans distinction au sud, le plancher du rift et les dépôts volcano-lacustres de la dépression d'AWASSA. Ces failles témoignent donc des mouvements tectoniques les plus récents.

2.3.3. Le Nord de la dépression d'AWASSA est limité par une faille rectiligne récente orientée SE-NW (BOBORA RANGE). Celle-ci forme un rempart presque vertical de près de 200 mètres de haut, recoupant le plancher ignimbristique du rift. La faille s'estompe progressivement au NW (jusqu'au passage de la route), où elle est enterrée par des accumulations ponceuses.



Pour en terminer avec les escarpements, il faut signaler ceux qui limitent le Sud et le Nord de la Caldera CORBETTI ; ils sont sub-verticaux, d'environ 50 mètres de dénivellation. La bordure Ouest de la Caldera, beaucoup plus élevée et disséquée, correspond à l'escarpement de la dépression tectonique d'AWASSA.

#### 2.4. ZONES COLLUVIALES DE RACCORDEMENT

Le piémont des escarpements Sud et surtout Est, ne se raccorde pas brutalement avec la plaine d'AWASSA. On y passe par l'intermédiaire d'une frange d'accumulation colluviale d'une largeur très variable (300 à 3000 mètres). Nous avons regroupé dans cette unité des formes diverses : glacis cônes colluvo-alluviaux, glacis colluviaux, zones effondrées, glissements etc... résultant de la dégradation de l'escarpement amont. La pente et la topographie sont donc variables suivant l'origine et l'ancienneté de l'accumulation. La pente générale est de l'ordre de 2 à 10 %, mais le modelé de détail peut être assez accidenté et les pentes, plus importantes dans les zones effondrées. C'est le cas de la région, à forme d'amphithéâtre, située à l'amont du village de WONDO GUENET, vaste effondrement limité par des escarpements rajeunis, verticaux.

Par contre, à 5 km au Nord de WONDO-GUENET se trouve une zone d'accumulation colluvo-alluviale (cônes coalescents) à pente faible et régulière et sur laquelle se trouve une grande plantation de canne à sucre.

Les matériaux sont issus du remaniement et de l'accumulation colluviale de sols déjà rubéfiés, en provenance de l'amont. Ils sont généralement caillouteux, limono-argileux. on observe une certaine brunification actuelle par dessus la rubéfaction héritée. Ces sols sont très cultivés. La pluviométrie (1000 - 1200 mm), plus élevée que dans la plaine, permet de nombreuses cultures ; on y trouve de belles plantations de canne à sucre, agrumes, avocats, ananas, tabac.

Cette unité, bien que complexe dans le détail, constitue au niveau de perception de notre reconnaissance, un type de milieu particulier, avec des possibilités et des modalités de mise en valeur spécifiques.

## 2.5. LES PLATEAUX DOMINANT LA DEPRESSION D'AWASSA

Nous appelons "plateaux" dans un sens très large, les régions non affectées par l'effondrement volcano-tectonique sub circulaire d'AWASSA, qui environnent et dominent cette dépression. Cette grande subdivision comprend naturellement des unités de paysage fort différentes :

- l'Est, ou plateau Somalien, qui domine non seulement la plaine d'AWASSA, mais l'ensemble de la Rift Valley
- le Sud, très cultivé, où le plancher du Rift a été cisailé par une série de failles parallèles récentes, et compartimenté en "horsts" et "grabens"
- l'Ouest, vaste plaine à modelé très ondulé, sur une épaisse couverture cendreuse
- le Nord, caractérisé par un recouvrement de ponce provenant des centres éruptifs situés dans la Caldera CORBETTI.

Nous étudierons successivement les particularités de ces milieux, là où ils bordent immédiatement la dépression d'AWASSA.

2.5.1. Le plateau Somalien est à une altitude moyenne de 2400 mètres. Le mont ABARO, au Sud de SHASHAMANE culmine à 2575 mètres. Le plateau est d'autant plus disséqué que l'on approche de l'escarpement de la Rift Valley sur une largeur d'environ 6 km à partir du rebord de la falaise. Le réseau hydrographique découpe la surface en lanières allongées à crêtes aigües ou à replats étroits, et à versants raides et courts. Cette zone est très cultivée (teff surtout), sauf au nord de la latitude de WONDO GUENET, où la couverture forestière est encore dense.



Le rebord immédiat du plateau a une forme très sinueuse en crêtes résiduelles étroites et escarpées, résultant de l'érosion régressive de l'escarpement initial.

Les sols sont rubéfiés (de type ferrallitique?) argilo-sableux sur ignimbrite ou basalte.

Vers l'intérieur du plateau où dominant les étendues herbeuses, le réseau hydrographique devient de moins en moins encaissé, les bas fonds sont larges, plats et plus ou moins marécageux. Les sols sont gris ou noirâtres (sols hydro-morphes, vertisols). Les interfluves ont des sommets plats et des versants courts ; ils portent des sols rouges.

Nous avons rattaché à cette unité, le Sud Est du bassin versant du lac AWASSA, occupé par les versants de raccordement du plateau Somalien proprement dit avec le plancher du Rift. Cette zone est située au Sud de la dépression d'AWASSA et ici, l'escarpement de faille de la Rift Valley est totalement dégradé. On monte progressivement d'environ 1800 mètres d'altitude jusqu'à 2400 mètres. Le modelé est cependant accidenté car il se présente sous forme de lanières à sommet plat ou à crêtes fines, et à versants raides, très allongées (une dizaine de kilomètres) orientées Est-Ouest. Ce modelé est le résultat d'une dissection par des cours d'eau sub-parallèles, à pentes fortes finissant pas se perdre dans le marais SHALLO, après la descente de l'escarpement de l'effondrement d'AWASSA. Les sols sont rouges argileux profonds sur ignimbrites, comme sur la bordure du plateau Somalien proprement dit. Il s'agit d'une zone de cultures anciennes (café, ensete, cultures vivrières).

Cette partie Est du bassin, comprise entre 1900 et 2400 mètres d'altitude présente donc un ensemble de caractères (modelé en lanières étroites à flancs pentus, sols rouges argileux épais, pluviosité élevée 1200 - 1400 mm) qui lui confère une "structure" propre, suffisamment affirmée pour définir un type de paysage (ou de milieu). La mise en valeur agricole la plus adaptée devra être étudiée en fonction des caractéristiques propres de ce milieu.

2.5.2. Le Sud de la dépression d'AWASSA est marqué par une tectonique récente (holocène) qui a été déterminante pour expliquer le modelé et son évolution actuelle. Le plancher ignimbritique de la Rift Valley a été, dans cette région, compartimenté en blocs en position haute (horsts) et en position basse (grabens), par des failles parallèles rapprochées, orientées NNE-SSW - Les escarpements de faille sont souvent très importants et une érosion géologique intense les dégrade. Il en résulte que la région présente un modelé heurté et accidenté : juxtaposition de sommets tabulaires allongés très érodés sur les bords, et de larges dépressions à fond plat plus ou moins marécageuses.

Sur les horsts, bien drainés, on trouve des sols rouges épais, argilo-sableux de type ferrallitique. Ces sols sont attaqués sur les bordures des plateaux par une érosion ravinante remontante extrêmement active ; certains horsts très étroits sont presque totalement décapés jusqu'à l'ignimbrite, qui est mise à nu. Les grabens sont occupés par des sols gris foncé, hydromorphes. Une couche de cendres rhyolitiques a recouvert plus récemment ces sols développés sur ignimbrites. Cette couche cendreuse a pratiquement disparu par décapage, sur les compartiments soulevés ; mais elle est présente dans les dépressions où elle a donné naissance à des sols limoneux affectés eux-même par l'hydromorphie.

Il est probable que les mouvements tectoniques cassants ont joué postérieurement à la période de pédogenèse des sols ferrallitiques ; ceux-ci ont demandé une assez longue période de stabilité et un climat très humide (phase pluviale du pleistocène ). Après cette phase de ferrallitisation et un recouvrement cendreuse assez peu épais (qui semble général dans la région d'AWASSA), le plancher du rift a été disloqué et compartimenté, pendant l'holocène. Les sols rouges en position haute et en condition de bon drainage ont conservé leur couleur initiale mais ce sont trouvés dans une position

.../...





morpho-climatique instable, du fait de l'érosion progressant en remontant à partir des escarpements, et des changements climatiques qui ont suivi (climat moins humide, plus agressif, changement de la végétation initiale). La dégradation des sols rouges est d'origine géologique, il s'agit d'un réajustement naturel (rhéostasie de H. ERHART) qu'on peut difficilement entraver ; au contraire, l'homme l'accélère actuellement par ces pratiques culturales. Les sols rouges décapés s'accumulent en placages discontinus sur les pentes des escarpements ou au piémont, en petits glacis colluviaux de raccordement.

Dans les compartiments affaissés, les sols rouges initiaux ont évolué en conditions hydromorphes (mauvais drainage) ; la couleur rouge a disparu par mobilisation et réduction du fer, aidée par une matière organique acide complexante ; les sols sont gris foncé. Cette interprétation est étayée par l'observation d'un cas particulier :

Près du village de DEMBEREKELLA (point d'essai SORADEP), le graben est "ouvert" sur la dépression tectonique d'AWASSA située à plus faible altitude, et forme en quelque sorte une "vallée perchée" ; cela permet un drainage actuel satisfaisant. Une large alvéole d'érosion fait affleurer, sans l'entailler, le plancher ignimbrétique. Celui-ci est altéré, de couleur claire, et jonché de concrétions calcaires dures et anguleuses. Au dessus se trouve un horizon de 1 à 2 m d'épaisseur, argileux de couleur foncée, très bien structuré, à nodules calcaires. Par dessus, le recouvrement cendreuse repose directement sur l'argile, et a donné naissance à un sol andique limoneux. Juste au-dessus de la discontinuité, se trouve un horizon blanchi d'environ 10 cm d'épaisseur, à structure "en mie de pain", signe d'un lessivage par écoulement hypodermique.

"L'argile noire", du fait de son épaisseur et de sa bonne structuration est le résultat d'une pédogenèse évoluée. D'autre part l'absence d'éléments grossiers dans

l'argile (sauf les concrétions calcaires), et son contact avec les ignimbrites, prouvent que cette argile noire est formée en place. La roche mère serait donc l'ignimbrite. La couleur foncée et les nodules calcaires témoignent d'une hydromorphie ancienne qui se serait surimposée aux caractères ferrallitiques.

La présence de cette "argile noire" semble se confirmer en de nombreux endroits dans cette partie de la Rift Valley, aussi bien sur sédiments volcano-lacustres (Est d'AWASSA) que sur ignimbrite (région de NEGHELLE). Partout où nous l'avons observée, elle était enterrée sous 50 à 150 cm d'un dépôt cendreux souligné à la base, au-dessus de la discontinuité, par un petit horizon blanchi. Ce niveau paléo-pédologique régional, signifie qu'a régné pendant l'holocène une phase humide ayant eu pour conséquence un engorgement général des sols et vraisemblablement dans de nombreux cas, un ennoyage marécageux. La couche cendreuse qui recouvre ce paléosol hydromorphe est affectée par la pédogenèse actuelle. Celui-ci est difficile à définir ; on trouve à la fois des caractères andiques et isohumiques ; presque systématiquement au niveau de la discontinuité de recouvrement, existe un horizon plus sableux, éclairci siège d'un lavage hypodermique à la base du matériau cendreux, en même temps qu'une dégradation progressive de la partie supérieure de "l'argile noire" commençant à la surface des agrégats.

2.5.3. L'Ouest de la dépression d'AWASSA : le plateau présente ici un aspect tout à fait différent. La limite de partage des eaux suit approximativement le rebord de l'escarpement. Le plateau, légèrement soulevé, par contre coup de l'effondrement d'AWASSA, descend en pente douce vers l'Ouest, et le réseau hydrographique rejoint le BILATE. Seule une petite partie du rebord Est de ce plateau a été affectée par le réseau de faille NNW-SSE ; cette zone tectonisée est drainée par le lac AWASSA.



Le modelé est caractérisé par de molles ondulations ; la végétation est une savane piquetée d'acacias ou strictement graminéenne. L'absence d'eau avait jusqu'à présent limité l'implantation humaine, mais on observe à l'heure actuelle une mise en culture rapide sous forme de grandes exploitations ; l'eau est amenée par citernes du fleuve BILATE ou du lac AWASSA.

Cette partie de la Rift Valley comprise entre le BILATE à l'Ouest, et la région tectonisée où sont logés les lacs AWASSA et SHALA à l'Est, a été recouverte par une grande épaisseur de cendres.

Un sondage hydrogéologique situé près du point d'essai SORADEP de SINKHELLE (en dehors du périmètre cartographié) a traversé 200 mètres de cendres. Il n'est pas exclu qu'en profondeur le mode de mise en place de ces dépôts soit volcano-lacustre. Les emplacements des centres éruptifs d'où ont été émises les cendres sont indéterminés. Ce recouvrement cendreux a matelassé un modelé préexistant d'origine tectonique, dont le relief est maintenant adouci ou complètement estompé. Il est caractérisé par de larges bombements, à faibles dénivellations, des pentes douces. L'absence de tectonisme récent (en dehors de l'extrême Est du plateau) a permis une certaine stabilité morphogénétique du milieu ; la pédogenèse n'a pas été contrariée.

Les sols sur matériau cendreux non compacté, sont très profonds, homogènes, très drainants. La couleur de surface est noire à l'état humide, grisâtre à l'état sec. L'horizon humifère est assez développé (30-40 cm). La texture est légère, limono-sableuse à sables très fins ; le sol est poussiéreux à l'état sec, très friable ; la densité apparente est faible ; la structure est très fragile, massive en-dessous de l'horizon humifère.

L'enracinement graminéen est très dense et profond ; on observe encore de très nombreuses petites racines à 150 cm

.../...

de profondeur. Cette exploitation du milieu par les racines est une adaptation de la végétation au type de matériau et au régime hydrique : aucun obstacle à la progression des racines, drainage très rapide, faible tampon hydrique.

L'abondance des racines sur une grande profondeur aboutit à une répartition isohumique profonde de la matière organique dans le profil.

L'isohumisme semble être un caractère de la pédogenèse actuelle. Il est le résultat de la combinaison de plusieurs facteurs favorables : végétation herbacée graminéenne, matériau très meuble ne s'opposant pas au développement racinaire, climat à saison sèche assez marquée (alternance de dessiccation et d'humectation), donc humification assez rapide et renouvellement des racines.

Toutefois, nous n'avons pas observé de ~~calcification~~ <sup>calcification</sup> calcaire (mycellium, nodules). La nature rhyolitique acide du matériau ne libère pas suffisamment de calcium. Par contre, ce matériau vitreux très divisé est favorable à la genèse de gels amorphes de type allophane. De fait, beaucoup de caractères morphologiques observés sont des caractères andiques : couleur noire à l'état humide, aspect poussiéreux à l'état sec, faible densité apparente (le test au NaF est cependant négatif). Les conditions climatiques (pluviosité de 900 mm, présence d'une saison sèche) ne sont pourtant pas favorables à priori à la formation d'allophanes.

En résumé, on peut donc dire que la pédogenèse actuelle sur ce type de matériau, est complexe et mal caractérisée. Des caractères isohumiques et andiques coexistent. Cela s'explique par la présence à la fois de facteurs favorables et de facteurs plutôt inhibiteurs, soit pour l'isohumisme soit pour l'andosolisation.

Les problèmes agronomiques liés à la mise en valeur de cette unité de milieu sont de 2 ordres :

- la fragilité du matériau : la végétation naturelle graminéenne et son enracinement protège efficacement le sol contre la dégradation éolienne et hydrique ; jusqu'à présent cette zone était utilisée comme terrain de parcours pour le bétail ; on commence à assister à une mise en culture rapide sur de grandes exploitations ; le défrichement et le travail du sol à la charrue à disque sont trop brutaux et détruisent l'équilibre. L'horizon humifère, fragile est perturbé, et sa structure est détruite. On risque d'assister à une érosion éolienne généralisée, D'où l'intérêt d'étudier des modes d'exploitation du milieu et des pratiques culturales qui se rapprochent le plus des conditions naturelles, soit en réservant ces grandes étendues herbeuses à l'élevage, soit en étudiant le travail du sol ("minimum tillage"...), les assolements (engrais verts de régénération), la taille des parcelles, la création de brise-vents.

- le régime hydrique des sols : le matériau est très perméable L'examen de l'enracinement naturel montre que celui-ci s'est adapté à un pédo-climat sec. Des recherches devraient être faites pour étudier le bilan de l'eau et trouver les plantes les plus adaptées (enracinement profond de préférence). L'amélioration du régime de l'eau passe aussi, comme pour la lutte contre l'érosion, par la conservation d'un horizon de surface bien structuré.

2.5.4. La bordure Nord de la dépression d'AWASSA est caractérisée par un épais recouvrement de ponce, d'âge holocène. Les projections ont été émises par les centres éruptifs situés à l'intérieur de la Caldera CORBETTI ; elles ont recouvert le substratum ignimbrétique ou volcanolacustre : au Sud, une partie de la dépression d'AWASSA (voir page 22),

.../...



au Nord, presque jusqu'au lac SHALA dans un rayon de 20 kilomètres, vers l'Est et le Nord Est, jusqu'à l'escarpement de la Rift Valley et presque jusqu'à NEGHELLE ; par contre, vers l'Ouest, les ponces ne semblent pas s'être déposées très loin (quelques kilomètres) au-delà du mur de la Caldera CORBETTI. La taille des éléments pyroclastiques, ainsi que l'épaisseur du dépôt diminuent avec l'éloignement du centre d'émission. Aux alentours de la Caldera, l'épaisseur atteint plusieurs mètres. Le recouvrement se termine en biseau où les éléments sont davantage gravillonnaires.

Sous la ponce se trouve un niveau cendreux (50 à 150 cm d'épaisseur, probablement le même que celui que l'on observe en surface dans la région d'AWASSA (voir page 21), de DEREBEKELLA (voir page 36) et dans la région de NEGHELLE (point d'essai SORADEP). Ce niveau cendreux semble donc très largement répandu, tout comme "l'argile noire" sous-jacente.

L'existence des projections ponceuses a une importance considérable pour la mise en valeur agricole de ces régions. Comme nous l'avons déjà vu au sujet du recouvrement sur dépôt volcano-lacustre (page 22), où les sols sont identiques, ceux-ci sont peu épais (10-40 cm) et sont extrêmement sensibles à l'érosion hydrique (décapage, ravinement), lorsqu'ils sont cultivés sans précaution, même sur pentes faibles.

## CHAPITRE III

## LE PERIMETRE DE LA FERME D'AWASSA

-----

1. LE MODELE

La plus grande partie des terrains de la ferme est située entre le lac AWASSA et le marais SHALLO. La BLACK RIVER, petit marigot, sert d'exutoire à ce dernier vers le lac AWASSA, et sépare 2 grands ensembles géographiques, l'un au Nord, l'autre au Sud, sur lesquels sont installées les cultures.

1.1. Le Sud de la BLACK RIVER est une plaine dont le modelé est caractérisé par de larges ondulations d'où émergent quelques petites collines isolées. Les pentes dépassant 4 % sont rares, de même que les pentes comprises entre 0 et 1 % - Il ne s'agit donc pas d'une plaine alluviale "classique".

L'ensemble constitue un bombement séparant le lac AWASSA et le marais. L'axe de ce bombement dont l'altitude moyenne passe de 1625 mètres au Nord, à 1660 mètres au Sud, est jalonné de pustules volcaniques s'élevant entre 30 et 60 mètres au-dessus de la plaine. L'extrémité Sud du périmètre de la ferme butte contre le piémont des monts ALAMURA, massif escarpé s'élevant brutalement, après un très petit glacis colluvial de raccordement, pour culminer à 1912 mètres d'altitude (245 mètres au-dessus de la plaine).

La plaine présente une dissymétrie topographique transversale, d'Ouest en Est. L'axe du soulèvement volcano-tectonique ayant engendré ce bombement, et les émissions volcaniques qui le jalonnent, sont décentrés vers l'Est. Le modelé est plus ondulé autour des collines volcaniques qui en constituent l'armature. En effet, les alluvions

postérieures ont enterré et moulé, en l'estompant, un relief volcanique plus accidenté. Il s'ensuit que les pentes sont généralement plus raides (souvent supérieures à 4 %) sur le versant oriental que sur le versant descendant vers le lac AWASSA.

Lors de son soulèvement, le plancher volcano-lacustre a été cassé du côté Est, suivant une direction N-S. C'est ce qui explique la présence d'un talus très net de 5 à 10 mètres de dénivellation, regardant vers le marais ; ce talus domine une bande alluviale (alluvions récentes) à topographie plane (pentes inférieures à 1 %) d'une largeur de 200 à 800 mètres, en bordure du marais.

Le versant orienté vers le lac AWASSA est plus régulier et comporte davantage de pentes comprises entre 0 et 2 %. Le bloc soulevé n'a pas été faillé aussi nettement qu'à l'Est. Une série de petites cassures existe cependant. On observe en effet, spécialement, au S-W (unité 3), des talus discontinus, qui bien que très visibles en certains endroits (pentes et dénivellations fortes), s'estompent rapidement et sont difficilement repérables sur de longues distances.

Ces talus d'origine tectonique, spécialement celui qui longe le marais, sont souvent jalonnés de gros blocs de basalte (massif non altéré) formant des chaos isolés. Ils résultent de la fracture et de la mise à jour du substratum basaltique sous-alluvial, lors du soulèvement général. Souvent ces affleurements basaltiques n'émergent pratiquement pas de la surface.

La forme des "pustules" volcaniques, constituant les éléments essentiels du relief, est généralement aplatie. Le rapport hauteur/largeur est égal à 1/16 en moyenne ; ce rapport atteint 1/30 pour la colline située près des bâtiments de l'unité 2. On reconnaît la plupart du temps un cône tronqué très égueulé, arqué, présentant une crête convexe, sans arêtes



- le compartiment soulevé situé à l'Ouest, faillé, présentant des escarpements dirigés vers le Sud et surtout vers l'Est, où la dénivellation est d'environ 150 mètres ; celle-ci s'estompe peu à peu vers le NE et disparaît.

- le dôme extrusif de ponces situé au SSW du bloc soulevé précédent, et s'élevant à environ 85 mètres au-dessus de la plaine ; il est limité de tous côtés par des versants raides.

Tous ces reliefs déterminent à l'aval une pente générale résultante orientée vers le Sud. Cette pente générale est faible (0 à 2 %) ; les pentes sont ~~plus~~ fortes (3 à 6 %) à l'aval des reliefs précédents. Le piémont est plus ou moins large, (50 à 500 mètres) ; il est <sup>1<sup>e</sup></sup> plus large autour du dôme de ponces

D'autre part cette pente générale est altérée, surtout au Nord, par des contre pentes dues à la présence d'axes de drainage sans lit individualisé, provenant du Nord et allant vers le SW où ils se perdent et s'estompent. Ces entailles à profil concave sont visibles lorsqu'on emprunte une allée perpendiculaire à la route d'ADDIS ABABA, au Nord de la ferme.

La partie de l'unité 1 située à l'extrême NW est en position un peu supérieure par rapport au reste (qui forme la plus grande étendue). La position plus haute du coin NW est due, d'une part à sa proximité du massif du CHABBI, où les projections ponceuses ont été plus épaisses, et d'autre part au fait qu'il a été légèrement affecté par le soulèvement du bloc situé au Sud, matérialisé par un escarpement important.

## 2. MISE EN PLACE DES MATERIAUX

Rappelons brièvement l'hypothèse que nous avons émise dans <sup>le</sup> chapitre II concernant la mise en place des matériaux présents sur la ferme.

Après l'effondrement tectonique ayant donné naissance à la dépression d'AWASSA, celle-ci a été remplie par un lac au fond duquel a eu lieu une importante sédimentation volcano-lacustre (cendres, ponces, sables, tufs, diatomites).

Puis un épisode de volcanisme basaltique fissural a eu lieu à l'Est du lac AWASSA actuel. Les 6 sondages hydrogéologiques effectués dans cette zone, ont révélé l'existence d'une nappe de basalte à une profondeur variant entre 5 et 20 mètres. Ces sorties de basalte sous-lacustre ont été associées à un soulèvement volcano-tectonique de cette région et à des phénomènes explosifs le long des fissures où se sont édifiés des cônes. La forme de ceux-ci et la nature des matériaux qui les composent (tufs stratifiés à faciès "hyaloclastique") indiquent une genèse sous lacustre. Il est probable qu'actuellement nous ne voyions que la partie supérieure des cônes, "émergeant" de la plaine alluviale. En effet, malgré le soulèvement du compartiment qui s'est fracturé à l'Est (près du marais actuel) d'une façon continue suivant une direction NS, la sédimentation s'est poursuivie sur le haut fond en recouvrant les épanchements basaltiques fissuraux, certains petits édifices volcaniques et la base des gros cônes qui se trouvent ainsi "moulés" avec un modelé très adouci. Les ondulations et les dénivellations que l'on observe dans la zone située au Sud de la BLACK RIVER ont donc une origine "volcano-tectonique" : larges édifices volcaniques enterrés par des dépôts lacustres, peut être coulées issues de ces cônes, décrochements dus à des fractures. Ce relief ne résulte en aucun cas d'un modelé de dissection.

.../...

Lors de l'assèchement progressif de la grande étendue lacustre, le haut fond situé entre le marais et le lac AWASSA actuels, a émergé en premier ; pendant ce temps, de part et d'autre du bombement, la sédimentation continuait, et les alluvions que l'on y observe actuellement en surface sont donc plus récentes.

Mais l'assèchement de cette partie centrale n'a pas été brutal ; il est passé par une longue phase hydromorphe ou même marécageuse ayant permis la formation de sols hydromorphes, que l'on retrouve actuellement à l'état de paléosols ("argile noire") sous le recouvrement cendreux postérieur.

En effet, après l'exondation de cette zone a eu lieu un saupoudrage volcanique ayant déposé 50 à 150 cm de cendres rhyolitiques par dessus les sédiments volcano-lacustres, enterrant ainsi les sols hydromorphes. L'épisode éruptif (qui a couvert une grande surface, dans cette région de la Rift Valley, et dont le centre d'émission est inconnu, a eu lieu vraisemblablement alors que le lac SHALLO occupait une vaste étendue et venait jusqu'au pied du talus de faille à l'Est de la ferme ; en effet, en contrebas de ce talus, les projections cendreuses ont été remaniées sous l'eau et mélangées à des apports argileux ou sableux ; la partie supérieure du matériau montre aussi des ponces roulées signalant un rivage.

Enfin très récemment (holocène récent) un dernier épisode explosif (de nature ponceuse) en provenance des gros volcans situés à l'intérieur de la Caldera CORBETTI, au Nord du lac AWASSA, a recouvert les matériaux précédents, jusqu'à quelques kilomètres au Sud de la BLACK RIVER, où le recouvrement se termine en biseau. Toute la partie Nord de la ferme (unité 1) est donc formée d'une couche de ponce pyroclastique suffisamment épaisse (1,5 à 4 mètres) pour expliquer, seule, la nature des sols qu'on y observe. Vers la même période un important dôme de lave rhyolitique vitreuse (ponce, obsidienne) est sorti au Nord Est du lac AWASSA actuel. Une partie des terrains de la ferme (unité 1 B) s'appuie sur ce relief.

.../...



### 3. DESCRIPTION DES MATERIAUX ET DES SOLS ASSOCIES MILIEUX DE PEDOGENESE CONTRAINTES ET PROBLEMES AGRONOMIQUES

---

L'étude des matériaux originels des sols est un préalable indispensable à l'étude pédologique proprement dite. Les caractères des matériaux, leurs relations mutuelles, leur chronologie relative de mise en place, conditionnent étroitement la nature, l'évolution passée et actuelle des sols qui se sont formés dessus. Nous devons aussi hiérarchiser le rôle respectif de chaque type de matériau à la fois en superficie et dans l'évolution des sols. Il faut enfin indiquer leur répartition.

Après avoir décrit les caractères des matériaux qui ont donné naissance aux sols, nous étudierons comment ces matériaux ont été modifiés dans leur partie supérieure par les processus de pédogenèse.

La nature et l'intensité de ces processus sont dans une grande mesure orientés par les caractéristiques propres à chaque matériau telles que : granulométrie, minéralogie, consistance, perméabilité, épaisseur etc..., et que nous retrouverons en grande partie <sup>dans</sup> la morphologie des sols. Les agents extérieurs qui interviennent dans la pédogenèse, tels que les conditions climatiques, la végétation ou le régime hydrique auront des actions différentes suivant la nature de la roche mère.

Mais il faut également tenir compte des relations existant entre les divers matériaux (passage latéral, superposition, imbrication...). Un sol est souvent formé à partir de 2 matériaux superposés ; ceux-ci évoluent différemment en fonction de leurs caractères propres, mais en plus, des processus de pédogenèse nouveaux apparaissent au niveau d'une discontinuité de recouvrement ; par exemple : diminution de

.../...

l'infiltration de l'eau, rupture de capillarité lors de l'évaporation, lessivage hypodermique, dégradation des argiles. Une telle discontinuité a souvent des caractères défavorables sur le développement des végétaux ; le changement brutal des caractères du sol d'une couche à l'autre peut être mal supporté par les racines.

Enfin, il faut avoir à l'esprit, lors d'une étude pédologique, les deux éléments importants suivants :

- sur un matériau donné la pédogenèse est plus ou moins contrariée par les phénomènes mécaniques de surface (morpho-dynamique), tels que l'érosion hydrique ou l'ablation éolienne, et qui ont pour résultats, soit un départ, soit un transit ou soit un recouvrement de matériaux. Sur un même matériau, en fonction du couvert végétal et de la pente, la morphogenèse est plus ou moins active et explique certains caractères du sol. Pour comprendre parfaitement comment celui ci s'est formé, et surtout quel est le sens de son évolution, il faudra s'attacher à définir la morphodynamique actuelle et si possible potentielle (après modification d'un des facteurs de l'équilibre naturel).

- certains caractères pédologiques peuvent être anciens. Deux cas peuvent se présenter : sur un même matériau, les conditions de pédogenèse ont pu changer (climat, drainage..); les caractères de la pédogenèse actuelle se superposent aux caractères hérités. Mais un sol peut aussi avoir été enterré par un recouvrement plus récent et pas trop épais, qui le fossilise; ce "paléosol" conserve ainsi ses caractères initiaux alors que le recouvrement évolue différemment.

Nous allons donc passer en revue l'ensemble des matériaux présents dans le périmètre de la ferme, décrire les sols qui s'y sont formés et en étudier les contraintes et les caractères agronomiques. L'ordre de description adopté est basé sur la chronologie relative des matériaux (du plus ancien au plus récent).

.../...

### 3.1. LES MATERIAUX DES EDIFICES VOLCANIQUES

3.1.1. Les tufs hyaloclastiques stratifiés : ces roches constituent la majeure partie des petits édifices volcaniques disséminés dans la partie du périmètre de la ferme située au Sud de la BLACK RIVER. Elles sont en position d'affleurement sur les flancs les plus raides des cônes ; les sols ou les placages alluviaux qui y existaient éventuellement ont glissé. Dans ce cas la surface lisse du cône est de nature structurale et correspond au plan de stratification des tufs. On observe aussi les tufs à la faveur de petits décrochements ayant affecté les cônes et cisailant les couches (butte du réservoir au NE de l'unité 4 et butte près des Silos).

La couleur des tufs est claire (beige à orangée). Les éléments constitutifs sont divers et difficilement reconnaissables à l'oeil nu ; on y observe des grains verts, noirs, blanchâtres, rougeâtres. Il ne s'agit pas de cristaux mais de petits éléments pyroclastiques (0,5 à 3 mm) provenant de roches diverses aussi bien basaltiques que rhyolitiques ; ces grains sont parfois arrondis, à faciès "perlitique", et présentent une litation grossière mais nette dans le sens de la stratification. Ils sont noyés dans une pâte microlitique de couleur brune à orangée. Quelques gros éléments basaltiques à arêtes anguleuses, de taille décimétrique sont inclus dans le tuf.

Les tufs ne sont pas friables, la consistance est assez dure, mais ils se brisent aisément au marteau (arêtes anguleuses).

Le faciès particulier de ces roches, ainsi que la forme des édifices (très évasés, arqués, bas, crêtes convexes) nous permet de penser qu'elles sont issues d'éruptions explosives sous-lacustres. Il s'agit d'un mélange d'éjecta de magma basaltique et de produits de ramonage pulvérisé à dominance rhyolitique. Le basalte en fusion s'est finement fragmenté sous l'eau. Ces fragments, mélangés aux éléments de ramonage

.../...



se sont épanchés en se stratifiant sur les flancs des cônes, pour finalement se souder. Ces roches basaltiques pulvérisées en milieu sous lacustre sont appelées "hyaloclastites".

La sédimentation s'est poursuivie postérieurement ; c'est ce qui explique la présence de dépôts lacustres sur les pentes faibles et les sommets aplatis des "crêtes" des cônes. On observe parfois la présence de petits "galets" d'argile à la base de ces dépôts.

Les sols que l'on trouve sur ces petits édifices hyaloclastiques sont de nature diverse, répartis en mosaïque.

Après l'accumulation volcanique sous-lacustre, la sédimentation a continué sur les parties les moins pentues des cônes, en particulier sur les crêtes larges et convexes, les "cols", tout comme dans l'intérieur des cônes égueulés et les parties les plus basses de ceux ci, qui ont ainsi pu être enterrés et "moulés". Cette sédimentation postérieure s'est faite très irrégulièrement sur les édifices et parfois pas du tout ; en outre, après l'émergence, pédogenèse (formation de sols) et morphogenèse (décapage) ont interféré. Tout cela se répercute donc sur la nature et la répartition actuelle des sols :

- les sols les plus anciens, que l'on ne trouve qu'à l'état de reliques sur certains cônes (cône situé au SE du Mont THABOR), sur pentes pas trop fortes et en position de bon drainage, sont des sols rubéfiés, argileux, en place ou remaniés. Ils sont très rares et discontinus.

- les sols actuels développés directement sur tufs sont des sols bruns eutrophes, argilo-limoneux bien structurés, de 30 à 60 cm d'épaisseur. Les sols bruns eutrophes sont plus épais à la base des tufs, mais ils sont alors colluvionnés (Mont THABOR).

- lorsque les pentes sont trop fortes la surface structurale des tufs stratifiés apparaît à nu. Les sols, s'ils existaient, ont glissé et ont donné des colluvions en

bas de pente. La surface lisse des tufs est légèrement altérée.

- Sur les hauts de versants, les crêtes convexes et larges (en position de "col") des cônes très arquées et aplatis, on trouve souvent des sols formés sur sédiments volcano-lacustres et qui ressemblent donc aux sols de la plaine environnante : sols profonds à tendance isohumique sur matériau blanchâtre pulvérulent ; sols noirâtres argileux (paléosol hydromorphe : "argile noire"), recouverts par des apports colluviaux limono-argileux, brunifiés mélangés à des projections volcaniques cendreuses.

3.1.2. Les scories basaltiques : nous les trouvons dans tous les cas dans les parties les plus hautes des cônes, en position dominante par rapport aux tufs hyaloclastiques'. Ce sont encore des produits pyroclastiques, mais dont l'aspect est beaucoup plus classique. Suivant les cônes, les scories sont plus ou moins soudées ; elles forment la plupart du temps de véritables blocs ou dalles rigides ayant un aspect de basalte de coulée. Les scories non soudées sont exploitées pour l'empierrement (colline proche des Silos, cône situé près des bâtiments de l'unité 3) ; elles sont de couleurs variées : noires, rouges, blanches (imprégnation de fumerolles) ; on y trouve parfois des bombes en fuseau.

Contrairement aux roches précédentes les scories ont été émises en milieu aérien ou sous très faible profondeur d'eau. Elles correspondent à la phase terminale des éruptions basaltiques. Mais certains édifices sont uniquement composés d'hyaloclastites (butte du réservoir dans l'unité 4).

Sur les scories basaltiques on trouve des sols d'érosion peu épais, brunifiés, caillouteux. En bas de pente les colluvions donnent des sds plus épais, riches en bouts de scories.

.../...

3.1.3. Les basaltes de coulées : ces basaltes, d'origine fissurale, présent, sous les sédiments volcano-lacustres, affleurent à la faveur des cassures survenues lors du soulèvement général. Les affleurements sont ponctuels, sous formes de blocs et de dalles brisées, et émergent à peine de la surface. On les trouve surtout le long des petits décrochements tectoniques (talus) ; ils jalonnent en particulier le talus qui longe et domine la bande littorale du marais, à l'Est.

A l'affleurement, le basalte est très dur, non altéré, à faciès bulleux, holocristallin. Il s'agit d'un basalte alcalin.

### 3.2. LES SEDIMENTS VOLCANO-LACUSTRES ANCIENS A "ARGILE NOIRE" ET LEUR RECOUVREMENT CENDREUX

#### 3.2.1. LES SEDIMENTS VOLCANO-LACUSTRES ANCIENS A "ARGILE NOIRE"

Il s'agit des alluvions ayant émergé les premières, à la suite du soulèvement tectonique de la région située entre le lac AWASSA et le marais; elles n'existent pas en affleurements mais sont recouvertes par 50 à 150 cm de cendres rhyolithiques aériennes. On les trouve presque partout dans le sous-sol du périmètre de la ferme, au Sud de la BLACK RIVER. Au Nord, elles existent peut être, mais sans influence sur la nature du sol, le recouvrement ponceux étant trop épais.

Une fosse profonde de 5 mètres, nous a montré sous l'argile noire, un matériau homogène. Ce sont des cendres rhyolitiques déposées en milieu lacustre et compactées ; il s'agit donc de cinérites lacustres. La couleur est plutôt claire (beige à brune) ; la texture est sablo-limoneuse à sables très fins. On observe par endroits de petits lits irréguliers de couleur brune. Le matériau est massif, compact, mais se brise aisément au marteau en donnant des éclats anguleux.



La partie supérieure des cinérites montre une nette différenciation due à une pédogenèse ancienne. Du haut vers le bas on observe :

- sur environ 50 cm, une argilification et une imprégnation organique : la texture est limono-argileuse, la couleur est sombre (brun foncé à noirâtre) et la structure polyédrique argileuse est très bien exprimée. Présence de nodules calcaires durs, à arêtes anguleuses, et d'un mycellium calcaire ayant la forme d'anciennes petites racines.

- en dessous, on passe progressivement au matériau sablo-limoneux avec une juxtaposition de noyaux argileux brun foncé structurés, et de cinérite silteuse. Puis on passe à la cinérite sans noyaux argileux, mais présentant encore des langues plus humifères (lessivage) et des trainées verticales brunes, traces d'anciennes grosses racines, descendant profondément.

Il s'agit d'un paléosol hydromorphe ("argile noire") qui s'est formé à la suite de l'émergence de cette partie du bassin d'AWASSA, mais où ont régné assez longtemps des conditions de mauvais drainage et vraisemblablement un marécage.

Un recouvrement cendreux postérieur a enterré ce sol et une discontinuité brutale marque la limite entre les 2 matériaux. Nous verrons plus loin que cette discontinuité, située vers 1 mètre de profondeur, a une importance sur la pédogenèse actuelle.

Nous avons déjà parlé des relations existant entre les dépôts volcano-lacustres et les matériaux volcaniques. Les coulées basaltiques fissurales et une partie des édifices, les plus bas, ainsi que la base de ceux qui émergent, ont été recouverts par les dépôts ; en effet, après les éruptions sous lacustres la sédimentation s'est poursuivie. C'est ce qui explique le relief ondulé de la plaine, et aussi, nous le verrons, l'absence de différenciation pédologique en fonction du modelé.

3.2.2. Le recouvrement cendreux aérien : il s'agit cette fois de cendres rhyolitiques non déposées en milieu lacustre. Elles sont venues recouvrir les dépôts précédents sur une épaisseur variant entre 50 et 150 cm.

Le matériau, modifié par la pédogenèse actuelle, est de couleur gris foncé à l'état humide, brune à l'état sec. La texture est limoneuse, on y trouve quelques petits gravillons ponceux ; la structure est massive ; la consistance est friable à l'état humide, plutôt poussiéreux à l'état sec. Ce matériau est bien drainant, mais il y a un certain blocage de l'eau au niveau de la discontinuité qui marque le contact avec le matériau sous jacent ("argile noire") ; il s'y manifeste des processus de pédogenèse de lessivage oblique et de dégradation (voir plus loin).

Ce matériau cendreux qui donne des sols limoneux est le plus répandu, au Sud de la BLACK RIVER, spécialement dans les unités 2 et 3.

### 3.2.3. Les sols

La pédogenèse a affecté 2 matériaux très différents : la couche cendreuse supérieure et le substratum cinéritique lacustre inférieur

3.2.3.1. Description : (profils AW 1, 2, 3, 18, 19, 21, 22, 23) : ces sols présentent les caractères moyens suivants :

0 - 25 cm : horizon généralement perturbé par le travail du sol. La couleur est gris très foncé (10 YR 3/1) à l'état humide ; à l'état sec cette couleur s'éclaircit vers le brun. On n'observe pas de tâches, ni d'éléments grossiers sinon quelquefois des éclats ou des morceaux taillés d'obsidienne (récents), et quelques rares gravillons ponceux. La texture est limoneuse : environ 20 % d'argile, 40 % de limon et 40 % de sable (fin et grossier).

.../...

La structure est polyédrique subanguleuse moyenne (mais polyédrique anguleuse très grossière après un labour à l'état sec). Les agrégats sont friables à l'état humide et fragiles à l'état sec, assez pulvérulents.

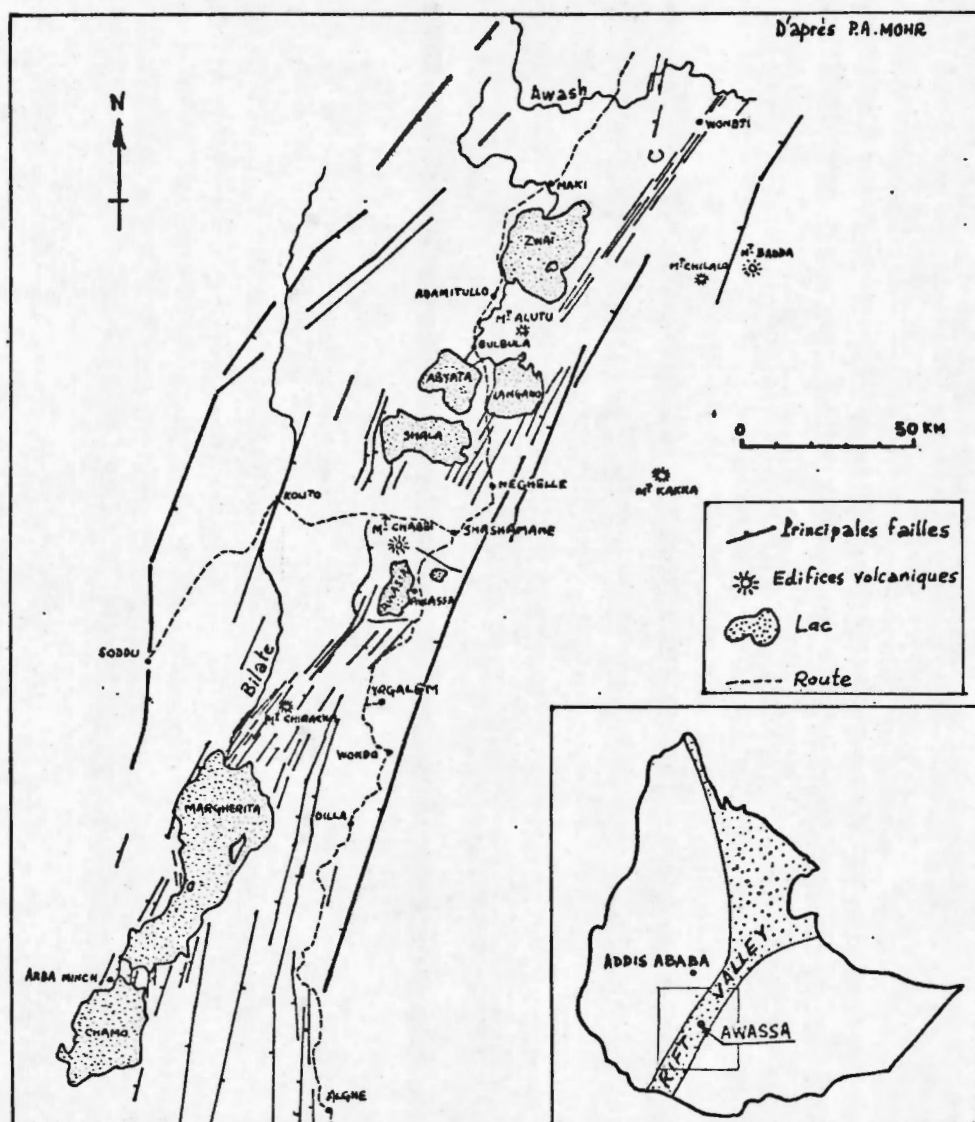
La teneur en matière organique est de l'ordre de 4 % ; celle-ci est bien humifiée.

La transition avec l'horizon inférieur est plus ou moins nette suivant les précédents culturaux et le travail de sol ; on observe généralement une petite semelle de labour ; dans le cas des vieilles plantations de sisal, cet horizon est épais de 15 à 20 cm et les racines forment un feutrage dense dont la limite inférieure est très nette.

25 - 80 cm : la couleur est brunâtre à brun grisâtre à l'état humide (10 YR 3/2 - 3/3 - 4/3 - 5/3), toujours plus claire à l'état sec ; l'horizon est homogène sans tâches et sans éléments grossiers (exception faite de quelques petits gravillons ponceux). La texture est limoneuse : 20 à 25 % d'argile, 40 % de limon, 35 à 40 % de sable environ. On n'observe pas de différenciation structurale ; l'horizon est massif (à éclats anguleux). La consistance est friable (humide) et fragile (sec). L'horizon est très poreux, l'activité biologique est forte ; l'horizon est parcouru de nombreuses galeries et cavités (musaraignes, termites). Les racines exploitent parfaitement le sol. Le taux de matière organique est encore assez élevée, de l'ordre de 2 %. La transition avec la couche inférieure est distincte et régulière.

.../...





SITUATION D'AWASSA DANS LA RIFT-VALLEY

80-100 cm : la couleur s'éclaircit nettement, grisâtre à gris brunâtre clair (10 YR 6/2 sec) ; sans tâches ni éléments grossiers. La texture est limono-sableuse (de l'ordre de 10 % d'argile) ; la consistance est friable à l'état humide et assez fragile à l'état sec. La structure est massive à éclats anguleux ; la porosité est très importante (pores tubulaires) et donne à l'horizon un aspect "mie de pain". La transition avec le matériau sous-jacent est brutale et régulière (discontinuité).

100-130 cm : le matériau est tout à fait différent. La couleur est sombre : gris très foncé (10 YR 3/1) à brun grisâtre très foncé (10 YR 3/2). Il s'agit d'un horizon organique fossile où il subsiste encore quelques plages moins humifères plus claires, brunes (10 YR 4/3). La texture est limono-argileuse à argilo-limoneuse (au moins 30 % d'argile) et la structure, polyédrique moyenne anguleuse, est très développée. On n'observe pas de faces de glissements. Les agrégats sont peu poreux, et non friables. Cet horizon renferme des nodules calcaires très durs, à arêtes anguleuses, de 1 à 3 cm de large ; le calcaire est également souvent à l'état de mycellium le long des faces des agrégats à l'emplacement d'anciennes racines fines. L'activité biologique est faible (absence de cavités). La partie supérieure de cet horizon, au niveau de la limite brutale avec la couche sus-jacente, est parfois dégradée : les agrégats sont encore reconnaissables, mais ils sont plus clairs, plus fragiles, et leur surface prend un aspect "mie de pain".

.../...

En dessous de 130 cm : la teinte sombre décroît progressivement en même temps que la texture d'ensemble devient moins argileuse et que la structure tend à devenir massive. On a d'abord un mélange de matériau sombre (10 YR 3/2), argileux, structuré, et de matériau plus brun (10 YR 5/3) limono-sableux, massif. Les nodules calcaires sont encore présents ; puis la teinte brune l'emporte, avec toujours des langues humifères plus foncées. On passe peu à peu à la cinérite lacustre non affectée par cette paléopédogénèse hydromorphe. Ce matériau homogène est brun clair à beige, sablo-limoneux à limono-sableux (à sables fins), massif (éclats anguleux) ; pourtant à plusieurs mètres de profondeur on observe encore des trainées verticales légèrement plus sombres, de 1 à 3 cm de large que l'on suit d'une façon continue, et qui sont des traces d'anciennes racines.

#### Variations morphologiques :

Le caractère essentiel de ces sols est la présence d'une discontinuité due au passage brutal d'un matériau à l'autre, chacun ayant des propriétés très différentes. Dans les 76 profils que nous avons observés la profondeur de la discontinuité variait entre 50 et 150 cm, avec une moyenne de 90 cm. La netteté du contact dépend de l'état d'avancement de la dégradation de "l'argile noire" sous jacente. Lorsque celle-ci n'est pas dégradée, ce qui est le cas le plus courant, la discontinuité est brutale (morphologie "planique") ; mais lorsque les agrégats du paléosol enterré commencent à se dégrader (lessivage oblique, ferrolyse), le passage d'un matériau à l'autre est moins net, et la discontinuité tend à s'abaisser.

.../...



L'épaisseur de l'horizon éclairci situé à la base du recouvrement cendreux, au-dessus de la discontinuité est plus ou moins grande. Cet horizon est d'autant plus net et plus lavé qu'il est plus fin. Il a parfois seulement 1 à 2 cm d'épaisseur, il est alors blanchâtre ; mais la plupart du temps il est large de 10 à 25 cm, et il est parfois à peine perceptible.

Le paléosol hydromorphe enterré ("argile noire") a une épaisseur variable : 20 à 60 cm, où la couleur est très sombre (noirâtre à brun grisâtre très foncé), la teneur en argile élevée et la structure très développée. On passe plus ou moins progressivement à la cinérite sablo-limoneuse.

Les nodules calcaires sont plus ou moins abondants, et même parfois absents.

### 3.2.3.2. Milieux de pédogenèse

Il nous faut distinguer un milieu de pédogenèse actuel où se passent des processus qui affectent le matériau supérieur, et un ensemble de caractères hérités d'un milieu de pédogenèse ancien, dans le matériau inférieur.

- Dans le matériau cendreux supérieur : le milieu de pédogenèse fait apparaître à la fois des caractères andiques et des caractères isohumiques.

Les premiers sont :

- la couleur très sombre à l'état humide, devenant beaucoup plus claire lorsque le sol se dessèche.

- la consistance du sol : friable lorsqu'il est mouillé, fragile et pulvérulent à l'état sec.

- la densité apparente faible

- la thixotropie : un échantillon de sol, gorgé d'eau libère une partie de cette eau quand il est pressé entre les doigts.

.../...

- Aspect limoneux,
- Absence de structure dans l'horizon B.

Malgré tout, le test au NaF appliqué à ces sols, a toujours été négatif.

Les seconds sont :

- une répartition de la matière organique dans tout le sol
- une très forte activité biologique (animaux fouisseurs et termites)

Par contre on ne note ni structuration ni individualisation du calcaire.

- Au niveau de la discontinuité entre les 2 matériaux :

le milieu de pédogenèse est lié à la circulation de l'eau qui, gênée dans sa percolation verticale en arrivant au sommet de l'argile noire, s'écoule obliquement.

Cet écoulement oblique agit à la base de la couche cendreuse par lessivage et affecte plus ou moins le sommet du matériau sous-jacent en le dégradant :

Le lessivage oblique se manifeste par un éclaircissement de l'horizon cendrex sur une largeur variant entre 2 et 20 cm. Plus la frange lessivée est étroite plus elle est claire.

Son épaisseur est sans doute dépendante de la vitesse du drainage oblique, donc de la pente du terrain.

On note aussi une modification de la texture par entraînement des particules fines. L'horizon est limono-sableux à sablo-limoneux ; ce lavage aboutit à une grande porosité tubulaire conférant à l'horizon un aspect de "mie de pain".

La dégradation des argiles affecte par endroits la partie supérieure du paléosol hydromorphe. Dans cette zone, la structuration est encore apparente, mais les parties externes ou la totalité des agrégats prennent une teinte plus claire, sont plus friables et sont beaucoup moins argileux (limono-sableux).

Cette dégradation n'a pas été observée systématiquement, et toujours à un stade peu avancé. Ce processus de pédogenèse a tendance à abaisser la discontinuité de recouvrement initiale et la transformer en discontinuité d'origine pédogénétique.

- Dans la cinérite lacustre inférieure, la plupart des caractères observés sont issus d'un milieu de pédogenèse ancien. Ces caractères hérités sont les suivants :

- argilification et structuration
- noircissement dû à un enrichissement en matière organique
- individualisation du calcaire en nodules durs et anguleux, et en pseudo-mycellium.

Aucun de ces caractères ne se retrouve dans la couche supérieure qui les a enterrés. Nous n'avons jamais observé de caractères verticaux tels que des faces de glissement ou de larges fentes.

L'argilification sur une épaisseur de parfois 50 cm témoigne d'une évolution assez poussée. La couleur très sombre fait penser à un paléosol de type anmoor. Le milieu de pédogenèse était caractérisé par de très mauvaises conditions de drainage semblables à celles qui règnent dans le marais actuel au Sud du lac SHALLO. Pour des raisons tectoniques ou climatiques (ou les 2 à la fois), ces conditions de drainage se sont améliorées ; le sol n'a plus été engorgé en permanence, mais probablement saisonnièrement. Les alternances d'engorgement et de dessiccation ont abouti à une très forte structuration du sol et à une ségrégation du calcaire d'origine biologique. L'évolution actuelle voit d'une part un certain lessivage de particules argilo-humiques créant un horizon de transition sous la couche humifère initiale, et d'autre part un début de dégradation des agrégats, au sommet de l'horizon.

.../....



Ces sols n'ont donc pas tous les caractères d'une pédogenèse bien définie. La nature acide et vitreuse **ainsi** que l'extrême fragmentation de la roche mère (cendres) sont des éléments très favorables à la genèse de gels amorphes (allophanes) ; par contre les conditions climatiques caractérisées par une pluviométrie de 1000 mm et une saison sèche assez prononcée contrarient cette pédogenèse ; les alternances d'humectation et de dessiccation tendent plutôt à la formation de minéraux phylliteux.

En l'absence d'analyses minéralogiques, on peut donc s'attendre à un mélange d'allophanes et de minéraux argileux.

La présence de verre volcanique finement divisé et d'une certaine quantité de gels amorphes favorisent la fixation et l'isorepartition des matières humiques. Cet isohumisme est de plus favorisé par les conditions climatiques et biologiques naturelles : la végétation naturelle est une savane graminéenne. Les racines des graminées exploitent la totalité de la couche cendreuse (absence de contraintes) ; l'alternance de saisons sèche et humide assure leur renouvellement, donc une humification profonde. L'activité des fongisseurs favorise la répartition homogène de la matière organique.

Les caractères andiques et isohumiques, dans de telles conditions de milieu (matériau cendreuse acide et climat tropical à saison sèche, savane graminéenne) sont donc associés et complémentaires.

La discontinuité brutale située vers 50 à 150 cm de profondeur interrompt cette évolution. Le matériau différent et plus compact bloque la percolation de l'eau et crée un milieu hydromorphe et lessivant qui s'exprime d'autant mieux que le matériau supérieur est filtrant.

La genèse de "l'argile noire" sur cinérite lacustre peut donner lieu à 2 interprétations :

.../...

- il s'agirait d'un ancien sol rouge formé alors que le bombement volcano-tectonique était en position de bon drainage, pendant une période suffisamment longue. En effet, la richesse en argile et la forte structuration du paléosol, par rapport au matériau lacustre massif et sablo-limoneux qui lui a donné naissance, font supposer une assez longue évolution et une forte altération des produits vitreux de la cinérite lacustre, explicable par une pédogenèse de type ferrallitique ou fersiallitique. A la suite de péjorations assez rapides des conditions de drainage (climat plus humide), le milieu s'est trouvé engorgé ou même légèrement submergé (phase marécageuse ou palustre). Les conditions d'engorgement permanent ont conduit à un enrichissement en matière organique et à une réduction du fer, ayant transformé le sol rouge en sol très sombre.

Nous avons déjà avancé la même hypothèse (voir page 36) pour expliquer la genèse des sols "noirs", cette fois formés à partir d'ignimbrite, mais enterrés par une même couche cendreuse, dans les régions de NEGHELLE et de DEREMBEKELLA. Ces sols noirs ont des caractéristiques très semblables à celles des sols noirs d'AWASSA. Pour AWASSA, cette hypothèse est cependant peu compatible avec l'âge récent (quaternaire récent) des formations.

- les paléosols hydromorphes auraient au contraire eu une évolution monophasée ; c'est à dire uniquement en conditions d'engorgement, sans passer au préalable par un stade de rubéfaction et d'altération assuré d'un bon drainage. Dans ce cas, il faut admettre une altération assez profonde dans ces conditions d'hydromorphie.

Quoiqu'il en soit compte tenu de l'extension de "l'argile noire", bien au-delà du bassin d'AWASSA, et sur des matériaux parfois assez différents, celle-ci a une signification paléoclimatique et géomorphologique qu'il serait

.../...

intéressant d'exploiter et d'approfondir, dans le cas d'études postérieures. Cette argile noire bien structurée à nodules calcaires, constitue un niveau repère indicateur d'une période humide pendant laquelle toutes les zones en position basse étaient fortement engorgées ou marécageuses. Peut être s'agit il du dernier pluvial, qui est maintenant reconnu en Afrique de l'Est et en Afrique Centrale et qui est daté d'environ 5000 ans.

#### 3.2.3.3. Contraintes - Problèmes agronomiques

Ces sols ne montrent pas de contraintes édaphiques graves; du fait de leur friabilité, ils n'opposent aucune résistance à la progression des racines et à leur bon développement.

La discontinuité marquant la limite entre les 2 matériaux serait un facteur limitant important si elle se trouvait à moins de 50 cm de la surface. Nous avons vu que ce n'était pas le cas, le plancher argileux étant situé entre 50 et 150 cm (moyenne 90 cm). Bien que probablement gênées dans leur descente, les racines exploitent quand même en partie le sous-sol argileux, comme l'atteste la présence de racines fines plaquées contre les faces des agrégats. Le plancher argileux ne limite donc pas de façon absolue la profondeur utile du sol; en saison des pluies il se crée au-dessus une zone d'hydromorphie remontante due à la diminution de l'infiltration, accompagnée d'un lessivage oblique, appauvrissant cette partie du sol en argile et en éléments minéraux. Cet horizon à texture plus grossière, situé en moyenne entre 70 et 90 cm de profondeur, possède donc des propriétés un peu moins favorable que la couche de sol située au-dessus; le plancher argileux peut avoir une topographie irrégulière, non calquée sur la surface du sol, et former localement des cuvettes ralentissant l'écoulement latéral. Après une période de fortes pluies, il peut alors se produire un engorgement temporaire de la couche supérieure et même une stagnation d'eau en surface.

.../...



Avant la mise en grande culture, les terrains de la partie de la ferme situés au Sud de la BLACK RIVER étaient occupés par de gros ficus à enracinement puissant. Lors du défrichement, ils ont été extirpés et en partie déracinés ; cette pratique a remonté en surface l'horizon sablo-limoneux du sous sol ; c'est ce qui explique que cette surface soit parsemée de plages grises plus claires et plus sableuses, de 5 à 10 mètres de diamètre et parfois assez denses ; sur ces plages la stabilité structurale est moins bonne, le sol est plus léger et les mottes des labours s'estompent plus vite.

La richesse du sol en limons et en sables fins est responsable de 2 propriétés défavorables

- une légère battance : des pluies assez fortes survenant après une pulvérisation du sol, provoquent une destruction des petits agrégats qui fondent en formant une croûte superficielle et continue, défavorable à la germination des graines, si les semis ont été effectués.
- une certaine susceptibilité à l'érosion éolienne, en saison sèche, si le sol est trop pulvérisé. Ce danger est à craindre sur une exploitation aussi vaste que la ferme d'AWASSA, où aucune végétation naturelle n'a été conservée.

Ces propriétés défavorables bien qu'encore peu prononcées sont dues à la nature granulométrique du sol et à la diminution progressive de sa teneur en matière organique donc de la stabilité structurale, consécutive à une mise en culture intensive depuis près de 15 ans.

Ceci nous amène à parler de la prévision de l'évolution de ces sols si les conditions de culture actuelles sont poursuivies.

.../...

Ce type de sol, offre plus de résistance à la dégradation que la plupart des autres sols volcaniques récents de la Rift Valley. Bien qu'ayant beaucoup baissé depuis la mise en culture, le niveau organique est encore assez élevé (4 % de matière organique), et les processus de décapage par ruissellement diffus ne sont pas encore trop prononcés. Mais il faut penser à l'avenir, car une fois un seuil franchi, les processus s'accroissent. Le travail mécanique trop fréquent, l'absence de jachère, l'insuffisance de la reconstitution organique, le tassement par les boeufs en saison sèche, risquent de détruire peu à peu la structure, déjà fragile, du sol et abaisser la réserve organique jusqu'à un stade où les processus de décapage par ruissellement en saison des pluies, et l'érosion éolienne en saison sèche s'accroîtront et où il sera alors plus difficile de les entraver.

La conservation du niveau organique actuel implique l'enfouissement systématique des résidus de récolte (éventuellement après gyrobroyage pour le maïs) ; il faudra étudier la possibilité d'introduire dans l'assolement des cultures fourragères de régénération. Enfin il faudrait éviter dans la mesure du possible le pacage des boeufs pendant la saison sèche. Le travail du sol ne devra pas être trop répété et trop fin pendant la saison sèche pour ne pas donner prise au vent ; les travaux de préparation du sol pour le semis devraient se faire le plus tard possible. Il serait souhaitable d'éviter le travail du sol à l'aide d'instruments à disques.

Sans prévoir des aménagements systématiques pour lutter contre l'érosion, et qui ne seraient pas justifiés, il serait bon de prendre quelques mesures de protection élémentaires destinées à réduire les effets du ruissellement :

- couverture en végétation permanente des collines qui dominant la ferme
- cultures en courbes de niveau avec bandes enherbées, sur les pentes supérieures à 4 % - Malheureusement la structure du parcellaire actuel le permet difficilement.
- création éventuelle d'un réseau de brise-vents pour prévenir l'érosion éolienne (voir l'étude de J. PARE)

### 3.3. LES SEDIMENTS VOLCANO-LACUSTRES CENDREUX RECENTS

ce type de matériau diffère totalement des cinérites lacustres plus anciennes dont nous avons parlé précédemment, bien qu'il s'agisse encore de cendres déposés en milieu lacustre :

- les dépôts sont très pulvérulents, farineux, de couleur crème à blanchâtre (couleur brune en surface par pédogenèse).

- ils ne montrent pas le niveau "d'argile noire", que l'on retrouve systématiquement au sommet des alluvions anciennes ; le matériau est homogène et ne présente pas de discontinuité sur au moins 2 mètres de profondeur.

- elles ne sont jamais recouvertes par la couche cendreuse aérienne qui cachait les alluvions anciennes.

Ces deux derniers faits laissent penser alors que le bombement central était plus ou moins émergé, que la sédimentation a continué plus longtemps dans ces zones et que les derniers apports cendreux ont été déposés dans l'eau et redistribués. Il n'y a pas eu d'arrêt dans la mise en place des dépôts, d'où l'absence de discontinuité.

Ces dépôts de nature cendro-ponceuse, peut être à diatomites, sont identiques sur toute la bordure Ouest du lac AWASSA.

Ils sont souvent riches en calcaire actif, ce qui contribue à les rendre encore plus pulvérulents.

Sur le périmètre de la ferme d'AWASSA, ces dépôts sont localisés sur les bordures Sud-Ouest (unité 3) et Sud Est (unité 2, en bordure du marais). Ils forment des golfes ; vers 150 cm de profondeur on trouve souvent des cailloutis de ponce roulée indiquant une sédimentation littorale.

.../...



## LES SOLS

### Description : (profils AW 4 - AW 20)

0 - 80 cm : couleur brun jaunâtre foncé à brun grisâtre foncé à l'état humide (10 YR 3/4 à 3/2), beaucoup plus claire à l'état sec (10 YR 3/3). Homogène, sans tâches ni éléments grossiers. La consistance est très fragile ; l'horizon est très pulvérulent lorsqu'il est sec. Texture sablo-limoneuse à sable très fin. Structure massive - Présence de nombreuses racines fines.  
La transition avec l'horizon inférieur est graduelle.

80 - 120 cm : Brun à brun pâle (10 YR 5/3 à 6/3), homogène sans tâche ni éléments grossiers. Très fragile et pulvérulent. structure massive. présence de calcaire diffus.  
Transition graduelle avec l'horizon inférieur.

120 - 200 cm : Brun très pâle (10 YR 7/3) à blanchâtre, très homogène et très pulvérulent. Présence de calcaire à l'état diffus et sous forme de nodules farineux ou indurés irréguliers, de 1 à 8 cm de diamètre. Gros morceaux de ponce à la base.

Par rapport aux sols environnants, ces sols sur cendres lacustres récentes sont différents : ils sont plus sableux, à sable plus fin, et à structure plus fragile. En surface la couche cendreuse à texture limoneuse que l'on trouve ailleurs, n'existe pas ici. Le sol est homogène sur une plus grande épaisseur et le niveau d'argile noire, s'il existe, est située à une profondeur supérieure.

De plus ces sols sont caractérisés par la présence de calcaire actif et en nodules à partir de 80 cm environ. Cette richesse en calcaire actif contribue à la consistance pulvérulente du sol.

.../...

La pédogenèse de ces sols est difficile à préciser. Elle semble être peu évoluée, mais orientée vers l'isohumisme, bien que certains caractères andiques coexistent.

Les contraintes de ce type de sol sont liées à son instabilité structurale, à sa richesse en sables fins et en limon, le rendant sensible à l'érosion éolienne surtout en grandes parcelles. Ces sols représentant une faible superficie sur la ferme, cette érosion n'est pas très visible ; par contre sur la bordure Ouest du lac AWASSA, où les sols sont très semblables, les tourbillons de poussière sont nombreux en saison sèche, depuis que cette zone est mise en culture. Il faudra donc travailler ce sol avec précaution, éviter l'émiettement en saison sèche, et éviter si possible les instruments à disques.

#### 3.4. LES SEDIMENTS VOLCANO-LACUSTRES COMPLEXES RECENTS

: les sédiments les plus récents sont situés à l'Est de la ferme ; ils occupent une bande de 200 à 800 mètres de large comprise entre le marais et le talus tectonique. Cette bande alluviale n'a pas été déformée par la tectonique ; la pente est inférieure à 1 %, la topographie est plane, en continuité avec la surface du marais.

Les dépôts présentent une alternance de matériaux alluviaux en couches peu épaisses (10 à 60 cm) : argile noirâtre vers le sommet, limon sableux brun, lentilles sableuses, cinérite lacustre à diatomites, blanche... ; ce dernier niveau est très caractéristique des alluvions de bordure du marais ; la cinérite est beige à brun clair à l'état humide, blanche à l'état sec ; elle est massive, assez compacte et astringente ; la texture est "silteuse" (sable très fin + limon). On la trouve en couches de 20 à 70 cm d'épaisseur, et souvent en micro-horizons discontinus à l'intérieur d'une couche de nature différente.

Vers le sommet, et surtout dans la partie Nord de la bande alluviale récente, on trouve une couche limono-argileuse très sombre (brun foncé ou noire), relique d'une hydromorphie beaucoup plus accentuée qu'actuellement. Dans cette partie Nord, ainsi qu'en bordure de la BLACK RIVER, ces alluvions lacustres ont été recouvertes par une couche ponceuse sablo-gravillonnaire de 30 à 60 cm d'épaisseur, au même titre que les zones environnantes. Ces projections ont pour origine le complexe volcanique de la Caldera CORBETTI, et sont survenues après la petite regression lacustre. En effet la couche ponceuse montre une différenciation verticale, (gravillons en bas, sables et cendres au sommet), typique d'un triage par gravité en milieu aérien.

Signalons enfin que les alluvions récentes montrent fréquemment des galets de ponce roulés (1 à 3 cm de diamètre), disséminés dans la couche supérieure, et généralement plus nombreux vers 80-140 cm de profondeur. Ces ponces roulées semblent d'autant plus denses que l'on se trouve près du talus ; sur ce talus les galets sont parfois concentrés en une véritable couche. Il s'agit donc d'un faciès littoral ; la cinérite blanche est en général située dessous et provient donc d'une sédimentation sous une plus grande épaisseur d'eau.

#### LES SOLS (profils AW 5, 6, 7, 8)

Ces sols présentent des variations assez importantes dans l'alternance et l'épaisseur des différentes couches alluviales. Le profil suivant est cependant assez caractéristique.

0 - 60 cm : brun grisâtre très foncé (10 YR 3/2) - Texture limono-sableuse à sable fin - Assez nombreux débris de ponce roulée, de 0,5 à 1 cm de large - Très bonne porosité tubulaire - Présence de graines rouille le long des racines - Consistance friable - Très bonne activité biologique (galeries) - Présence d'une semelle de labour à 30 cm de profondeur. Transition nette et régulière avec l'horizon inférieur



60 - 72 cm : gris très foncé à noirâtre (10 YR 3/1 à 2/1)  
humide - Texture limono-argileuse - Structure polyédrique moyenne anguleuse très nette - Fentes - Horizon riche en matière organique fossile imprégnant et dominant un matériau blanchâtre. A la base on observe des lits noirs et des lits blancs horizontaux, et anastomosés (structure à tendance lamellaire) - Assez nombreux morceaux de ponce roulée.  
Transition nette avec l'horizon inférieur -

72 - 115 cm : matériau gris clair (10 YR 6/1) ; blanc à l'état sec. Très astringent ; compact, texture sablo limoneuse (limon . . + sable très fin) - structure massive à débit plus ou moins horizontal. Présence de très petites tâches rouilles (1 mm) rondes : traces d'anciennes racines fines). Absence d'éléments grossiers. Contact direct avec la couche inférieure

115 - 145 cm : matériau brun foncé (10 YR 3/3) humide - Texture limono-argileuse à argilo-limoneuse - Structure polyédrique - Trainées plus sombres (traces d'anciennes racines) et revêtements organiques sur les agrégats - de 120 à 122 cm on trouve une fine couche blanche composée de matériau de la couche supérieure.  
Transition très nette avec la couche inférieure

145 - 160 cm : matériau blanchâtre, identique à celui de la couche 72 - 115 cm

160 - 180 cm : couche brune - limono argileuse à lentilles de sable grossier (siliceux) brun noirâtre -

.../...

Les couches de nature diverse témoignent d'une sédimentation lacustre alternativement d'origine volcanique (cendres compactées blanchâtres à diatomites) et détritique (argile, sable siliceux) provenant de l'érosion de l'escarpement Est de la Rift Valley. On trouve des couches humifères fossiles enterrées à divers niveaux indiquant une hauteur d'eau variable, et un milieu périodiquement marécageux.

Le milieu de pédogenèse actuelle est ici commandé par l'hydromorphie. Celle-ci est le fait du battement de la nappe phréatique qui, en saison des pluies, engorge la presque totalité du sol, comme l'attestent les nombreuses petites tâches de réoxydation présentes jusqu'en surface. Cette nappe est en relation avec la nappe d'inondation du marais et qui peut empiéter sur les terrains de la ferme qui sont en bordure. L'hydromorphie est donc d'autant plus prononcée et l'engorgement temporaire proche de la surface que l'on est à proximité du marais. Les racines des végétaux peuvent en souffrir. Un réseau de drainage dans une bande de 500 mètres à l'Ouest du marais serait utile.

Les alluvions lacustres récentes sont, vers le Nord et spécialement en bordure de la BLACK RIVER, recouvertes d'une couche sablo-gravillonnaire ponceuse ayant 30 à 70 cm d'épaisseur (profils AW 7 et 8). Cette couche repose sur les alluvions lacustres par l'intermédiaire d'un petit niveau blanc de ponce (éléments de 5 à 10 mm de large) pure, ayant une dizaine de cm d'épaisseur. Les traces d'hydromorphie toujours nettes dans les couches alluviales (tâches rouille) sont peu visibles dans la couche supérieure, sauf en bordure immédiate du marais. La nappe ne semble donc pas engorger très longtemps la partie supérieure du sol.

La présence du niveau gravillonnaire ponceux accélère le drainage des eaux de pluies ou d'irrigation, il peut également rompre la remontée capillaire de l'eau du sous sol. Les végétaux à enracinement peu profond peuvent donc souffrir

.../...

d'une petite période de sécheresse sur ces sols, d'autant plus que l'horizon sablo-gravillonnaire supérieur a une faible capacité de rétention en eau. Pour l'irrigation, ils consomment davantage d'eau que les sols situés plus au Sud et non recouverts par les projections.

### 3.5. LES PONCES

ce matériau occupe toute la partie Nord de la ferme (Nord de la BLACK RIVER), qui a été saupoudrée par des projections issues des centres volcaniques URJI et CHABBI, situés dans la Caldera CORBETTI proche. Les ponces sont les produits d'éruptions très explosives de magma rhyolitique visqueux, très riche en gaz ; celui-ci a ainsi été fragmenté en éléments pyroclastiques bulleux, très légers. Leur taille est de l'ordre de : 0,5 à 4 cm ; les éléments sont grossièrement stratifiés en couches gravillonnaires et caillouteuses blanchâtres. Les ponces se sont accumulées sur une épaisseur de 1 à 5 mètres (fonction de la proximité des édifices volcaniques), en recouvrant des formations volcano-lacustres.

Ce matériau a des propriétés particulières qui influent sur la nature des sols et sur la morphodynamique qui les affecte : il est très léger, friable et peu cohérent puisqu'il est très divisé et que ses éléments constitutifs ne montrent pas de liens entre eux.

Le dôme de lave visqueuse sur lequel s'appuie une partie des terrains de la ferme est également à dominance ponceuse mais ici la ponce est plus massive et passe fréquemment à des obsidiennes.

### LES SOLS

#### 1. Description

La morphologie du profil est différente suivant que l'on se trouve sur un épais recouvrement ponceux (plus de 1 mètre) au Nord de la BLACK RIVER ou sur le biseau de recouvrement des formations volcano-lacustres (moins de 80 cm), au Sud de la BLACK RIVER.

.../...



. Les sols sur couverture ponceuse épaisse : (profils AW 12, 13, 14, 15, 16) les sols sont peu épais, sombres, sablo-gravillonnaires et reposent directement sur la ponce blanchâtre. On n'observe pas de zone d'altération.

0 - 30 cm : la couleur est sombre (gris très foncé 10 YR 3/1 à l'état humide). L'horizon est très riche en sables très grossiers et en gravillons de ponce (plus de 2 mm), lui conférant une texture très grossière. La teneur en argile ramenée au poids total est très faible (2 à 3 %), mais cette teneur ramenée au poids des éléments inférieurs à 2 mm (valeur indiquée par le laboratoire) est plus élevée, de l'ordre de 5 à 6 %. Il y a environ 30 % de limon, 13 % de sable fin (0.05 à 1 mm) et 52 de sable grossier (1 à 2 mm) ; le pourcentage de matière organique est assez élevé (5 à 8 %). La consistance est très friable. La structure est massive ou polyédrique subanguleuse très fragile. L'horizon est très poreux, et on observe une assez forte activité biologique (cavités). L'enracinement est toujours bien développé. La transition avec la roche mère blanchâtre est très nette et ondulée.

En dessous de 30 cm : on se trouve dans la ponce peu altérée. La couleur est très claire (gris clair, 10 YR 7/1 à l'état humide). A l'état sec la ponce est blanche. Les éléments pyroclastiques sont grossièrement lités (petits graviers, gros graviers, cailloux). Ils forment un support extrêmement filtrant, friable et très léger.

Sous l'horizon humifère on observe parfois un horizon de transition de couleur jaunâtre ou brunâtre clair (10 YR 7/3 à 7/4), d'une dizaine de centimètres d'épaisseur. Plus bas, il n'est pas rare de voir un ou plusieurs micro-horizons en

.../...

bandes de quelques centimètres ; il s'agit de micro-horizons d'accumulation humo-ferrugineuse, rappelant un début de podzolisation.

Ce matériau est le siège d'une activité biologique. On y trouve de nombreuses et grosses galeries de fousisseurs. Les petites racines sont toujours présentes.

Les variations morphologiques observées d'un profil à l'autre (sur 60 profils) tiennent essentiellement à l'épaisseur du sol, composé du seul horizon humifère. Cette épaisseur varie entre 10 et 50 cm. La structure et l'enracinement dépendent de la culture ; le sisal âgé qui occupe encore une grande partie de ces sols, a un enracinement peu profond, formant un paillason d'environ 15 cm d'épaisseur et créant une petite structure grumeleuse. On n'observe jamais de trace de semelle de labour.

L'activité des animaux du sous sol et le système racinaire ont probablement une influence sur la forme de la limite inférieure de l'horizon humifère. Celle-ci est souvent très sinueuse et forme des poches ou des langues, dans la ponce ; mais dans tous les cas le passage de l'horizon humifère à la ponce est très net.

. Les sols sur biseau de recouvrement (profils AW 9, AW 10, AW 11)

Le recouvrement récent de ponce s'amincit vers le Sud. Son épaisseur est inférieure à 80 cm et la taille des éléments pyroclastiques est un peu moins grossière qu'au Nord de la BLACK RIVER, du fait du plus grand éloignement du lieu d'émission. Au dessous de la couche de ponce, on retrouve des matériaux que nous avons déjà décrit : couche cendreuse de 50 à 150 cm d'épaisseur reposant sur "l'argile noire" (paléosol hydromorphe) qui affecte le sommet des dépôts volcanolacustres (cinérites).

.../...

- 0 - 40 cm : la couleur est gris très foncé (10 YR 3/1 humide) la texture est sablo-limoneuse (environ 5 % d'argile); il y a une forte proportion de sables très grossiers et de gravillons (plus de 2 mm). La consistance est très fragile ; la structure est peu développée, massive à particulaire. L'enracinement est important et l'activité biologique forte (fouisseurs). La transition avec le petit niveau de ponce inférieur est nette et ondulée.
- 40 - 50 cm : couche de gravillons de ponce - couleur gris clair (10 YR 7/2 humide) à blanchâtre. Le niveau est souvent discontinu et d'épaisseur variable dans un même profil. Il repose directement sur la couche inférieure.
- 50 - 90 cm : matériau limoneux à limono-sableux (issu de cendre volcanique). Couleur brune à brun grisâtre (10 YR 5/2 à 5/3) ; la structure est massive à éclats émoussés, la consistance friable. L'activité biologique est bonne (galeries, cavités), et les racines sont assez nombreuses. La transition avec l'horizon inférieur, légèrement blanchi, est graduelle et régulière.
- 90 - 110 cm : horizon éclairci de couleur grisâtre (10 YR 6/2), à texture plus grossière (sablo limoneuse à limono sableuse) - structure massive à grande porosité tubulaire (aspect "mie de pain").
- Au-delà de 110 cm : niveau argileux très foncé (10 YR 3/1), à structure polyédrique anguleuse bien développée. Présence de pseudo-mycellium (anciennes racines) et de nodules calcaires durs à arêtes anguleuses. A partir de 140 cm, la couleur devient moins sombre,

.../...



la structure est de moins en moins exprimée, et on passe progressivement au matériau volcano-lacustre cinéritique compact à granulométrie sablo-limoneuse.

D'un profil à un autre, les variations morphologiques peuvent être assez importantes ; elles intéressent essentiellement les épaisseurs des deux projections volcaniques : la couche cendreuse et la couche ponceuse supérieure qui constitue le biseau de recouvrement. En ce qui concerne celui-ci on observe une différenciation spatiale du Nord au Sud, en granulométrie et surtout en épaisseur. Les éléments les plus gros se sont déposés les premiers ; la granulométrie est donc plus grossière et le dépôt plus épais (70 cm) près de la BLACK RIVER que près des Silos où se trouve l'avancée extrême des recouvrements ponceux, et où l'épaisseur est évidemment la plus faible (de l'ordre de 30 cm). Le niveau gravillonnaire ponceux non affecté par la pédogenèse, que l'on trouve à la base de la couche supérieure est d'autant plus épais que l'on se trouve plus au Nord. Vers le Sud, ce niveau est réduit à un fin liseré discontinu.

L'épaisseur de la couche cendreuse recouverte par les ponces est également variable : 50 à 150 cm.

Le plancher argileux, dans cette partie de la ferme est donc généralement plus profond que dans la partie Sud où n'existe qu'un seul recouvrement volcanique.

## 2. Milieu de pédogenèse

Le milieu de pédogenèse est conditionné par :

- un matériau acide (75 % de silice) entièrement vitreux, gravillonnaire sans cohésion, extrêmement filtrant.
- un climat tropical d'altitude, à pluviométrie relativement faible (900 mm) et à saison sèche relative de 4 mois ( $20 < P < 50$  mm)

.../...

- de bonnes conditions de drainage externe.
- une mise en place récente du matériau (moins de 2000 ans)
- une végétation naturelle de savane graminéenne arborée à acacias

Ces conditions de pédogenèse ont abouti à la formation d'un sol peu épais (10-50 cm) uniquement composé d'une couche humifère sombre (noir à l'état humide) au-dessus de la ponce pyroclastique blanchâtre et dans laquelle on n'observe pratiquement pas de zone d'altération. Le sol est riche en matière organique (5 à 7 %). Celle-ci a la propriété de tacher, mais elle ne s'incruste pas ; elle part aisément et complètement lorsqu'on se frotte les mains, une fois séchée et réduite en poussière. Le sol étant riche en sables grossiers et gravillons de ponce, sa densité apparente est faible, sa consistance est friable.

Bien que ne répondant pas au test NaF, ces sols possèdent des propriétés et une morphologie d'andosols peu différenciés à profil A-C

L'abondance de matière organique et sa couleur sombre font penser qu'elle est à l'état de complexe organo-minéral résistant. Celui-ci serait à base d'acides fulviques et de gels amorphes riches en silice : alumino-silicates (allophanes) ou silice amorphe provenant de l'altération initiale de la ponce. L'extrême richesse en silice du matériau, sa jeunesse et sa faible altération apparente laissent prévoir une très faible quantité de minéraux argileux cristallisés.

Par contre les conditions climatiques, et de drainage accéléré du matériau, n'assurent pas des conditions d'humidité idéales pour la formation des gels amorphes (allophanes).

La nature du matériau est donc très favorable à la pédogenèse andique, mais celle-ci est ralentie par le climat, qui l'est moins. Il en résulte la formation d'un andosol peu différencié que l'on pourrait aussi bien classer

.../...

en sol peu évolué andique. L'absence de réponse au test NaF reste à expliquer.

De toute façon, en l'absence actuelle d'analyses spéciales indiquant la présence et précisant la nature des constituants amorphes (rayons X, analyse thermique différentielle...), nous sommes réduits à des hypothèses vagues.

En plus de ce milieu de pédogenèse faiblement andique sur ponces, les sols situés au Sud de la BLACK RIVER sont caractérisés par une évolution affectant le matériau cendreuse situé sous le biseau de recouvrement. Ce niveau cendreuse évolue un peu différemment à l'état enterré que directement en affleurement comme nous l'avons déjà décrit (voir page 55). Il est évidemment moins riche en matière organique ; la texture semble moins fine (davantage limono-sableuse que limoneuse), indiquant une évolution moins poussée. Mais certains caractères andiques existent encore : faible densité apparente, friabilité, structure massive.

A la base, au niveau du contact avec l'argile noire, on observe toujours une frange plus claire témoignant d'un écoulement et d'un certain lessivage oblique.

Enfin le troisième matériau, le plus profond présente les caractères d'une paléopédogenèse hydromorphe déjà énoncés (page 55).

### 3. Contraintes - Problèmes agronomiques

Les caractères peu communs du matériau, en particulier l'extrême légèreté, la fragmentation, la grande perméabilité, l'absence de cohésion entre les éléments, la fragilité et la faible épaisseur des sols qui s'y développent confèrent à ce type de milieu des propriétés particulières posant des problèmes agronomiques. Ceux-ci sont d'ordre hydrodynamique et d'ordre morphodynamique.

.../...



- la dynamique de l'eau : l'ensemble sol-ponce possède une très grande perméabilité ; le drainage y est donc très rapide et il y a des pertes d'eau en profondeur. Mais il est certain aussi que la fragmentation du matériau et l'absence de liant entre ses éléments est favorable à une rétention hydrique d'ensemble sur une grande profondeur, et à une faible remontée par évaporation du fait de l'absence de continuité capillaire des films liquides ; cette eau pelliculaire est probablement très facilement utilisable par les plantes.

Nous sommes peu renseignés sur le volant hydrique des ponces ; il est possible qu'il soit limité. Le rôle des très nombreux pores ouverts vers l'extérieur, dans l'emmagasinement de l'eau et son utilisation par les racines, serait également à étudier. La dynamique de l'eau, dans ce milieu très spécial est peu connue ; elle constituerait un thème d'étude spécifique qui serait à aborder par la recherche agronomique.

- la morphodynamique : une caractéristique essentielle des ponces est évidemment leur légèreté. Les sols sablo-gravillonnaires sont peu cohérents, ont une faible stabilité structurale et une faible densité apparente. Le travail du sol y est très délicat. Dès que la surface est à nu, les pluies, même si elles sont relativement peu agressives par elles-mêmes, ont une prise très efficace sur ce type de sol : destruction de la structure, décapage en nappe facilité par la flottation des éléments ; le résultat est une redistribution et un transit de la matière organique et des éléments grossiers ; on note une juxtaposition de plages d'accumulation de matière organique pure et de plages de ponces. Du fait de la légèreté de celles-ci, le ruissellement est efficace, même sur pentes faibles. Naturellement, dès que la pente augmente, le processus s'aggrave et le seuil de ravinement (depuis la rigole jusqu'au ravin profond) est atteint très rapidement.

.../...

Cette morphodynamique est très active au piémont des deux principaux reliefs des unités Nord : le dôme de lave, et le compartiment soulevé et faillé. A l'intérieur du couloir en forme de digitation encadré par ces reliefs, on observe toutes les formes de décapage, d'incision, de transit et d'accumulation. Les pentes supérieures à 3 % ont été récemment replantées en sisal et le sol y est à nu donc exposé au maximum à l'agressivité des pluies. Sur le versant situé à la base du dôme de lave, exposé vers l'ENE, l'incision prend la forme de griffes et de rigoles. Après avoir suivi pendant un certain temps les billons récents plus ou moins perpendiculaires à la pente, les filets d'eau de ruissellement ont crevé les bourrelets ; ils ont pris ensuite une direction parallèle à la pente en creusant des rigoles de 10 à 20 cm de profondeur sur 10 à 50 cm de large. Il y a juxtaposition d'érosion en nappe et d'érosion en rigoles, assurant un balayage de la surface, allant jusqu'à déchausser certains pieds de Sisal. Sur le versant de la colline opposée, orientée vers le SW, l'incision est encore plus profonde. On assiste à une érosion ravinante remontante. Les ravins à bords verticaux et à fond plat ont 1 à 2 mètres de profondeur sur 2 à 3 mètres de large. A leur débouché aval, les ponces s'accumulent en véritables cônes de déjection, formant de grandes plages blanches ; beaucoup de plants de sisal sont en grande partie recouverts ou arrachés.

Le centre de la zone encadrée par les reliefs précédents, et située au N des bâtiments de l'unité 1 B, est une énorme zone d'accumulation et de transit de matériaux arrachés de l'amont. On y voit une mosaïque composée de plages noires de matière organique limoneuse pouvant atteindre plusieurs cm d'épaisseur, et de plages blanches de ponce recouvrant en partie l'allée qui traverse cette zone.

.../...

Sur les parcelles à pentes plus faibles (1 à 3 %), sur sol nu, il se produit aussi une telle redistribution, mais à plus petite échelle ; les ponces s'accumulent aisément par flottation, dans les petites cuvettes dues à l'irrégularité du terrain, et les micro dépressions des labours.

Le ravinement est également important au niveau des petites ruptures de pentes assez nombreuses dans la ferme, en particulier en bordure des allées.

Le facteur limitant essentiel de ces sols est donc leur extrême fragilité. Ils demandent à être exploités tout à fait différemment des sols des unités Sud de la ferme.

Il faut que le sol soit exposé le moins longtemps possible à l'agressivité des pluies. Les cultures pérennes sont préférables aux cultures annuelles. C'est pourquoi réserver ces sols pour faire le maximum de sisal compatible avec la capacité de la sisaleraie, est une bonne solution. Contrairement aux vieilles plantations, qui sont en cours de défrichement les nouvelles plantations devront être faites strictement en courbes de niveau. Pendant les premières années, le sisal assure une très faible couverture du sol. Sur les pentes qui dépassent 2 %, nous conseillons d'assurer un enherbement naturel et permanent dans les bandes de 3 mètres de large séparant les doubles rangs de sisal ; les cultures annuelles intercalaires ne semblent pas être une bonne solution. Sur les pentes inférieures à 3 % les cultures annuelles seront faites avec beaucoup de précautions ; celles-ci devraient englober :

- une restructuration du parcellaire actuel mal adapté à la configuration du terrain ; les parcelles devraient être plus étroites, allongées dans le sens perpendiculaire à la pente, séparées par des lignes de végétation permanente (sisal, euphorbes candélabres...)
- la réduction au minimum du travail du sol ("minimum tillage") en particulier abandonner les labours profonds qui remontent la ponce et rendent donc le sol encore plus fragile ; éviter

.../...



tous les instruments à disques. Le problème des adventices pourra être résolu par l'emploi des herbicides.

- travail du sol et semis suivant les courbes de niveau, ou dans le sens de l'allongement des parcelles dans le cas d'un remembrement.
- assolements comprenant des engrais verts, vivaces ou annuels, de façon à régénérer la structure du sol et le rendre plus résistant à l'érosion. Les plantes d'altitude, assez résistantes à la sécheresse seront à rechercher (*Stylosanthes*, *Centrosema*, *Chloris gayana*, *Cenchrus ciliaris*, *Melinis*...)
- interdire le passage des animaux en saison sèche, qui dégradent le sol.

Les sols situés sur le biseau de recouvrement de ponces, au Sud de la BLACK RIVER, sont un peu moins fragiles que les sols des unités Nord. Ils ont une texture plus sableuse que gravillonnaire et sont donc moins sensibles à la "flottation". Mais leur stabilité structurale est faible, et nous conseillons les mêmes mesures que précédemment.

Dans ces sols, la dynamique de l'eau est également différente. En effet, le recouvrement sablo-gravillonnaire supérieur est limité à la base par un petit niveau de ponces très filtrant reposant directement sur le sous-sol limoneux. Nous avons remarqué qu'après une période de pluies de l'ordre de 100 mm, le front d'humectation ne descend pas encore au-dessous de la petite couche de ponce même si elle n'est qu'à 30 cm de profondeur. Celle-ci semble donc drainer rapidement et horizontalement les eaux d'infiltration qui n'humectent efficacement la couche limoneuse inférieure qu'après un certain retard sur le début des pluies. Inversement, l'utilisation de l'eau profonde par les racines développées dans la couche supérieure sableuse, et qui y sont plus abondantes qu'en-dessous, peut être rendue difficile, en raison de la rupture de la remontée capillaire causée par le niveau ponceux

.../...

très lâche et très poreux. La couche sablo-gravillonnaire supérieure ayant un faible volant hydrique, les végétaux peuvent davantage souffrir d'une période de sécheresse que sur les sols situés plus au Sud.

3.6. LES COLLUVIONS : sont très peu importantes. Elles bordent les piémonts des reliefs les plus importants, mais leur largeur est faible. Nous en avons repéré essentiellement au pied des Monts ALAMURA où le glacis colluvial de raccordement est large de 50 à 200 mètres. Le matériau provient de l'érosion des sols rubéfiés situés sur les versants amont, et il a en donc conservé certains caractères : rubéfaction, teneur assez élevée en argile, bonne structuration ; les colluvions recouvrent les dépôts volcano-lacustres de la plaine.

Nous avons également observé des colluvions au pied du cône de scories basaltique situé près des bâtiments de l'unité 4 de la ferme. Le colluvium est ici plus riche en éléments grossiers (bouts de scories) ; il repose également sur des sédiments volcano-lacustres (voir profil AW 17).



## CHAPITRE IV

## CONCLUSIONS GENERALES

-----

L'étude du périmètre de la ferme d'AWASSA et de sa région environnante, nous a permis de mettre en évidence un certain nombre de milieux naturels qui sont caractérisés par une structure propre et où les problèmes de mise en valeur qui se posent demandent à être étudiés et résolus différemment.

Nous avons vu que c'était essentiellement la nature et l'ancienneté du matériau ayant donné naissance au sol, ainsi que le modelé (ou la topographie) qui contribuaient le plus à caractériser une unité de paysage. Ces 2 éléments déterminent la nature du sol et sa susceptibilité à l'érosion hydrique et éolienne. C'est pourquoi nous avons attaché beaucoup d'importance au mode de mise en place et à la répartition des différents matériaux. Celles-ci sont conditionnées par l'imbrication ou la succession, pendant le quaternaire, d'épisodes de volcanisme acide, de sédimentation lacustre et de tectonisme (cassures, effondrements). Les produits volcaniques, déposés soit dans l'eau, soit hors de l'eau, sont en très grande partie de nature rhyolitique : ignimbrites, ponces, cendres, cinérites, tufs...

La dépression d'AWASSA est un effondrement tectonique sub-circulaire d'environ 25 km de large, située en bordure de l'escarpement Est de la Rift Valley. Nous avons étudié le bassin versant du lac AWASSA, englobant la dépression elle-même et la bordure des plateaux qui l'entourent. L'intérieur de la dépression est séparé en deux bassins : celui du lac SHALLO avec un marais résiduel et celui du lac AWASSA.

Nous avons distingué 4 grands ensembles géographiques naturels :

.../...



- le remplissage volcano-lacustre : comprenant des dépôts à dominance de cendres rhyolitiques, compactées ou non, dont la nature dépend de l'ancienneté, de l'intensité des phénomènes d'hydromorphie actuelle ou passée, et des recouvrements volcaniques postérieurs.
- les édifices volcaniques, dont le plus important, à base de ponces et d'obsidiennes, domine le lac au Nord.
- les escarpements périphériques à la dépression
- les "plateaux" environnants.

Nous avons subdivisé ces ensembles en un certain nombre de milieux qui ont été brièvement caractérisés, et qui sont les suivants :

- . La bordure Sud et Est du marais SHALLD, caractérisée par des sols argileux affectés par l'hydromorphie, principal facteur limitant. Ils représentent environ 6000 hectares

- . le marais lui-même, à sols tourbeux ou humiques à gley, récupérable après drainage et aménagement, avec une superficie de 6000 hectares

- . l'ouest du lac AWASSA, composée de dépôts lacustres cendro-ponceux, où les sols à tendance isohumique sont très légers (sables très fins) et sensibles à l'érosion éolienne. Leur superficie est d'environ 6300 hectares.

- . la partie centrale de la dépression d'AWASSA, occupant un bombement situé entre le lac et le marais ; C'est la zone où les sols sont les plus intéressants. Les sols limoneux sur cendres d'environ 90 cm d'épaisseur reposent sur "une argile noire", paléosol affectant la partie supérieure des cinérites lacustres. Ils ne représentent qu'environ 2400 hectares où est située une grande partie du périmètre de la ferme d'AWASSA. Par contre dans la zone d'action du SORADEP\*, des sols très

.../...

\* SORADEP : Southern Regions Agricultural Development Project

semblables, représentent une superficie de l'ordre de 37000 hectares dans la région de NEGHELLE et du lac SHALA.

En plus de leur bonne fertilité chimique, ces sols ont la propriété d'être relativement stables, du fait de leur richesse en éléments fins ; ils sont donc moins sensibles à la dégradation que les autres types de sols formés sur produits volcaniques récents.

Ils présentent à la fois des caractères andiques et isohumiques.

. La région Est de la Rift Valley, plus humide est caractérisée par la présence de sols rouges argileux, de type ferrallitique, et très cultivés. Ils sont assez stables, mais sur pente sont sensibles au décapage et aux mouvements de masse. On peut estimer leur étendue dans le périmètre SORADEP, à 48.000 hectares, s'étendant jusqu'à WONDO, sur une bande d'une dizaine de kilomètres de large, orientée NNE-SSW.

. La région Sud et Sud Est de la dépression d'AWASSA, est marquée par un modelé accidenté, expliqué par la tectonique. On y voit une juxtaposition de compartiments soulevés (horsts) sur lesquels se trouvent des sols rouges et abaissés (grabens) occupés par des sols hydromorphes. Cette région est donc instable et l'érosion, très active sur les escarpements, remonte sur les plateaux en décapant les sols rouges. Ce milieu occupe environ 75.000 ha dans la zone d'action du SORADEP.

. La zone située à l'Ouest de la dépression d'AWASSA et qui se prolonge jusque vers le BILATE, est caractérisée par un paysage très adouci, à larges ondulations. Les sols sont cendreux, très épais, à caractères à la fois isohumiques et andiques. Ils sont très fragiles et sensibles à l'érosion éolienne. Ils représentent une très grande superficie, dont environ 110.000 ha sur le périmètre SORADEP, entre le BILATE

.../...

et les bordures Ouest des dépressions des lacs SHALA et AWASSA.

. Enfin, les sols sur ponce occupent toute la partie Nord du lac AWASSA, presque jusqu'au lac SHALA. Leur superficie est d'environ 75.000 hectares. Ce sont les sols les plus fragiles de la région parce qu'ils sont peu épais, sablo-gravillonnaires, à structure instable, et que le matériau sous-jacent est très léger et divisé. La pédogenèse est de type andique peu différenciée.

Très sensibles au décapage et au ravinement, ces sols demandent beaucoup de prudence lors de leur mise en culture, et les cultures mécanisées y sont peu conseillées.

En conclusion, la région d'AWASSA et la Rift Valley en général, possède un gros potentiel agricole. Les sols, développés sur produits volcaniques acides récents sont généralement riches. Mais du fait de leur nature cendreuse ou ponceuse, ils sont également très fragiles.

La mise en valeur s'accélère rapidement et ne tient généralement pas compte de la fragilité du potentiel sol.

C'est pourquoi l'expérimentation agronomique menée par la station d'AWASSA et la vulgarisation agricole conduite par le SORADEP, ont un rôle très important à jouer. Les essais définis par la station, ceux menés dans les points d'expérimentation multi-locale répartis sur le périmètre du SORADEP et l'exploitation Agro-industrielle d'AWASSA, sont situés sur un éventail représentatif de nombreux types de milieu ; il serait intéressant d'y étudier les modes de mise en valeur les plus adaptés, en fonction des contraintes spécifiques à chacun. La reconnaissance du bassin du lac AWASSA, et les tournées rapides effectuées sur certains axes du périmètre du SORADEP, nous ont permis une extrapolation grossière, à partir des photo-aériennes de certaines unités reconnues, et dont nous avons estimées les surfaces. Cependant nous ne pensons pas



avoir reconnu toutes les unités de milieu existant dans le périmètre du SORADEP.

Seule une carte morpho-pédologique à l'échelle du 1/200.000 ou du 1/100.000 pourra nous donner une idée précise de tous les types de milieu, avec leurs contraintes spécifiques, et leur répartition. Cette étape nous semble indispensable et urgente, étant donnée la vitesse avec laquelle risque de se dégrader le milieu.

# B I B L I O G R A P H I E

BIRCH (H.F.), HAMITO (D.A.)- The fertility status of Ethiopian  
Soils

Paper 3<sup>rd</sup> Mtng Soil Fertil. in Africa (FAO)

Addis Ababa - 2-7 nov. 1970, also published as FAO

Soil Bull. n° 14, 1-4

BISRAT, PAYOT, KASSA, BEGASSE - Mission technique sisal -

Madagascar - Tanzanie - Kenya -

Conclusions et Recommandations

Non publié - octobre 1971 -

C P C S -(Commission de Pédologie et de Cartographie des sols)

Classification française des sols - Edition 1967 -

96 pages -

DI PAOLA (G.M.) Geology of the Corbetti Caldera (Main Ethiopian  
Rift Valley)

Bull. Volc. Tome XXXV - fasc. 2 - 1971 - pp 497 - 506

DI PAOLA (G.M.), GETAMUN DEMISSIE, JAMES (C), LEVITTE (D),  
LLOYD (E.F.)

Geological Map of the Lake district 1/500.000

U.N. Ethiopia Geothermal Survey 1971 -

DI PAOLA (G.M.) Geological-geothermal report on the central  
part of the Ethiopian Rift System

Non publié - Rapport du Ministère des Mines -

Addis Ababa - 1970 - 46 pages -

- DUCHAUFOR (P.) Précis de pédologie  
Masson tCie - Paris 1970
- EHRART (H.) - La genèse des sols en tant que phénomène géologique - Paris - Masson - 1956 -
- ELEKTRO PROJEKT (Zagreb - Yougoslavie)  
Sprinkler irrigation systems - Cooperative farm of AWASSA - 1962 -
- F A O        Soil classification  
FAO Rome 1973 - 64 pages
- GASSE (F.) ROGON (P.) Le quaternaire des bassins lacustres de l'Afar (Ethiopie)  
Revue de géographie physique et de géologie dynamique (2) - Vol. XV, fasc. 4, pp 405 - 414 - 1973 -
- GIBSON (IL) - The structure and volcanic geology of an axial portion of the main Ethiopian Rift  
"Tectonophysics" 8 - 561 -565 (Réf.)
- GROVE (AT), GOUDIE (AS) - Late quaternary lake levels in the Rift Valley of Southern Ethiopia.  
Rapport non publié - 7 pages - 1972 -
- HUFFNAGEL (HP) Agriculture in Ethiopia  
FAO 1961 - 484 pages
- IRAT Ethiopie - Station de Recherches Agronomiques d'AWASSA -  
Rapport de la campagne 1972 - Rapport de synthèse  
IRAT 1972 - 131 pages -
- IRAT.Aménagement écologique - Reflexions méthodologiques -  
Exemples pratiques -  
"L'agronomie Tropicale 1974 - n° 2 - 3 - 242 pages



- KILIAN (J.) Les inventaires morpho-pédologiques - Conceptions-  
Applications au développement agricole - Agron.  
Trop. vol XXVII, n° 9 - Sept 1972 - pp 930 - 938 -
- KILIAN (J.) Relations Milieu Physique - Expérimentation Agro-  
nomique - Aménagement - (démarche d'étude, exemples  
géographiques) 18 pages -  
Sous comité Ouest Africain de Corrélation des sols  
pour l'évaluation et l'aménagement des Ressources  
en sols. Deuxième réunion - JOS (NIGERIA) 8 - 21  
Nov. 1973 -
- KILIAN (J.) RAUNET (M.) 1974 - Observations morpho-pédologiques  
dans la région d'AWASSA - Mai 1974 - IRAT - 31 pages
- MAKIN (MJ), KINGHAM (TJ) , WADDAMS (AE), BIRCHALL (CJ),  
TAMENE TEFERRA  
Development prospects in the Southern Rift Valley  
(Ethiopia) Land Resource Study  
Foreign and Commonwealth overseas development  
administration, first draft (study PR/25/74) 1974 -
- MOHR (PA) Chabbi volcano (Ethiopia)  
Bull. Volc. Tome XXIX - 1966 - pp 797 - 815 -
- MOHR (PA) The cainozic volcanic succession in Ethiopia -  
Bull. Volc. Tome XXXII fasc. 1 - 1968 - pp 5 - 14 -
- MOHR (PA) Report on a geological excursion through southern  
Ethiopia  
Bulletin of the Geolophysical Observatory -  
Addis Ababa -  
June 1960 - Vol 2 n° 1 - pp 9 - 19

- MOHR (PA) Geological report on the lake Langano and adjacent plateau regions  
Geophysical observatory of Addis Ababa - Bull 9  
1966a- pp 59 - 75 -
- MOHR (PA) Transcurrent faulting in the Ethiopian Rift System  
Nature - London - 218, pp 938 - 940 (Réf.) 1968
- MOHR (PA) Major volcano-tectonic lineaments in the Ethiopian Rift System  
Nature - London - 213, pp 664 -665 - 1967 -
- MOHR (PA) The geology of Ethiopia  
University college of Addis Ababa Press 1962 -  
267 pages
- MOHR (PA) The Ethiopian Rift System  
Bull. of the geophysical observatory - Addis Ababa  
1962 - Vol III - n° 1 - pp 33 - 62 -
- MURPHY (H.F.) Fertility and other data on some Ethiopian Soils  
Dire Dawa - Imperial Ethiopian College of Agriculture and mechanical Arts - Feb. 1963  
(Exp. Sta. Bull n° 4)
- MURPHY (H.F.) A report on the fertility status of some soils of Ethiopia  
Exp. Station Bull n° 1 - Imperial Ethiopian College of Agriculture and Mechanical arts - Nov. 1959 -
- NILSSON (E.) 1938 - Pluvial lakes in East Africa  
Geol. For. Forh, 60, 4, pp 423 - 33 -

- NILSSON (E.) 1940 - Ancient changes of climate in British East Africa and Abyssinia  
Geogr. Ann, 22, pp 1 - 29 - Stockholm
- PARE (J.) Etude de l'érosion sur la ferme d'AWASSA (Ethiopie)  
Rapport de mission (15 mars - 16 avril 1971)  
Document IRAT - Non publié - Juillet 1971 - 53 pages
- QUANTIN (P.) Les andosols - Revue bibliographique des Connaissances actuelles  
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol X, n° 3, 1972 :  
273 - 301 -
- RICHARDSON (J.L.) Changes in Level of lake Naivasha (Kenya) during post glacial times  
Nature, vol 209, n° 5020, pp 290 - 291 - 1966 -
- RICHARDSON (J.L.) - RICHARDSON (A.E.) History of an African Rift lake and its climatic implications  
"Ecological Monographs" vol 42, n° 4, 1972 -  
Department of Zoology, Duke University, Durham, North Carolina -
- RICHE (G.) SEGALIN (P.) Les chernozems de la plaine du GEDEB (province d'ARUSSI, ETHIOPIE)  
Cah. ORSTOM, Sér. Pédol., tome XI, n° 1, 1973,  
pp 19 - 25 -



- RITTMANN (A.) Les volcans et leur activité -  
Masson & Cie - 1963 - 461 pages -
- ROGNON (R.), GASSE (F.) - Dépôts lacustres quaternaires de la  
basse vallée de l'AWASH (AFAR - ETHIOPIE) - Leurs  
rapports avec la tectonique et le volcanisme sous  
aquatique -  
Revue de géographie physique et de géologie dynamique  
(2), vol. XV, fasc. 3, pp 295 - 316, Paris, 1973 -
- ROUANET (G.) La station agronomique d'AWASSA : une recherche  
sur mesure au service du développement.  
Techniques et développement - Nov. 1972 n° 4  
pp 10 - 17 -
- ROUANET (G.) Rapport d'une mission à AWASSA (ETHIOPIE) effectué  
du 12 au 21 juin 1973 -  
Document IRAT - Non publié - 1973 - 29 pages
- SATEC-MNCD - Mise en valeur agro-industrielle de la région  
d'AWASSA - L'action en milieu paysannal  
Juillet - Octobre 1968 -
- SORADEP-MNCD - National Crop improvement Committee 1973 season  
Crops Results  
Rapport non publié
- TRICART (J.) Principes et Méthodes de la géomorphologie  
Masson & Cie - 1965 -
- TRICART (J.) CAILLEUX (A.) Traité de géomorphologie (12 tomes)  
SEDES - Paris

TRICART (J.) La géomorphologie dans les études intégrées  
d'aménagement du milieu naturel  
Annales de géographie - LXXXIIe année - 1973 -  
pp 421 - 453 -

U M C Sub Commission on African Rifts  
Tectonic map of the Ethiopian Rift System (1/500.000)  
Volcanological map of the Ethiopian Rift System  
(1/1.000.000)

UNITED NATIONS .Report on the geology, geochemistry and hydro-  
logy of hot springs of the East African  
Rift system in Ethiopia  
UNDP 1971 - Non publié

19/12/2017  
15/12/2017

A N N E X E S

19/12/2017  
15/12/2017



DESCRIPTION DE SOLS



PROFIL N° AW 1 - Ferme d'AWASSA (ETHIOPIE)

M. RAUNET - pour IRAT - le 10/4/74 - 38° 30' E - 7° N - photo n° 14121 (1/50.000) - altitude : 1680 mètres - en ETHIOPIE - dans le SIDAMO - à AWASSA - Substratum : sédiments volcano-lacustres - Précipitations moyennes : 980 mm - Extrêmes P : 840 - 1230 mm - Température moyenne : 19°8 - Amplitudes (températures moyennes) = 2° 7 - Climat : tropical d'altitude - Géomorphologie : effondrement volcano-tectonique - Erosion : très faible - Pente : 2 % - Microrelief : nul - Drainage externe : bon - Nappe : non observée - Végétation : vieille sisaleraie - TYPE DE SOL : Sol à caractères isohumiques et andiques sur cendres rhyolitiques, reposant sur un paléosol hydromorphe sur cinerites lacustres (alluvions anciennes)

DESCRIPTION

- 0 - 20 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/2 (humide), brun grisâtre très foncé, sans tâches - teneur en matière organique voisine de 3 PC - aucune effervescence - sans éléments grossiers - approximativement 16 PC d'argile, 40 PC de sable ; texture limoneuse à sable fin et à sable grossier siliceux et volcanique - structure fragmentaire peu nette, polyédrique subanguleuse, moyenne - volume des vides important entre agrégats ; pas de fentes ; très poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, très friable, fragile - nombreuses racines fines et moyennes, chevelu - cavités, activité biologique forte - transition distincte, régulière -
- 20 - 80 cm : Sec, 10 YR 5/2 (sec), brun grisâtre ; sans tâches - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - aucune effervescence - sans éléments grossiers ; approximativement 15 PC d'argile, 45 PC de sable ; texture limoneuse à sable fin et à sable grossier siliceux et volcanique - structure massive, nette, généralisée, à éclats émoussés ; pas de fentes ; très poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, friable, fragile - racines fines et moyennes - cavités, termitières hypogées ; activité biologique forte - transition distincte, régulière.
- 80 - 100 cm : Sec, 10 YR 6/2 (sec), gris brunâtre clair, sans tâches - apparemment non organique - aucune effervescence - sans éléments grossiers, approximativement 10 PC d'argile, 60 PC de sable, texture limono-sableuse, à sable fin et à sable grossier siliceux et volcanique - structure massive, nette, généralisée, à éclats émoussés pas de fentes, agrégats à pores très nombreux, fins, tubulaires, très poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, friable, fragile, quelques racines fines, activité biologique faible - transition très nette, régulière -
- N.B. Aspect "mie de pain", horizon lavé.



PROFIL AW 1 (suite)

100 - 130 cm : légèrement humide, 10 YR 3/2 (humide), brun grisâtre très foncé, nombreuses taches étendues, 10 YR 3/3, brun foncé, irrégulières, en trainées verticales, hétérogénéité dans les dimensions, à limites nettes, peu contrastées, aussi cohérentes - à matière organique\*directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - effervescence localisée, éléments carbonatés en pseudomycelium et en nodules - teneur approximative en éléments grossiers 1 PC, très peu de cailloux, nodules calcaires durs, de forme irrégulière, à arêtes anguleuses - approximativement 30 PC d'argile, 30 PC de sable ; texture limono-argileuse à sable fin siliceux - structure fragmentaire très nette, généralisée, polyédrique moyenne - pas de fentes, agrégats à pores peu nombreux très fins et fins, tubulaires, peu poreux - pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux épais sur agrégats recouvrant 70 PC, 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé - matériau à consistance rigide, non cimenté, plastique, collant, non friable, peu fragile - racines fines revêtant les faces des agrégats, activité très faible.

N.B. Horizon humifère enterré. L'horizon devient moins sombre et moins argileux en profondeur. Nodules calcaires de 1 à 5 cm de large.



PROFIL n° AW .2 - Ferme d'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/74 - 38°30' E - 7° N -  
 photo 14121 (1/50.000) - altitude 1.680 m - en ETHIOPIE - dans le  
 SIDAMO - à AWASSA - substratum : sédiments volcano-lacustres -  
 précipitations moyennes : 980 mm - extrêmes P : 840-1230 mm -  
 température moyenne : 19°8 - amplitudes (températures  
 moyennes) : 2°7 - climat : tropical d'altitude - géomorphologie :  
 effondrement volcano-tectonique - érosion : très faible - pente :  
 2 % - microrelief : nul - drainage externe : bon - nappe : non  
 observée - végétation : sans (labour sur maïs)

TYPE DE SOL : Sol à caractères isohumiques et andiques sur  
 cendres rhyolitiques, reposant sur un paléosol hydromorphe  
 sur cinerites lacustres (alluvions anciennes)

DESCRIPTION -

0 - 20 cm : légèrement humide, 10 YR 3/2 (humide), brun gri-  
 sâtre très foncé, sans taches - à débris organiques,  
 teneur en matière organique voisine de 3 PC -  
 aucune effervescence - sans éléments grossiers -  
 approximativement 20 PC d'argile, 40 PC de sable,  
 texture limoneuse à sable fin et à sable grossier  
 siliceux et volcanique - structure fragmentaire  
 nette, polyédrique subanguleuse, grossière et très  
 grossière - volume des vides importants entre agré-  
 gats - pas de fentes, agrégats à pores nombreux  
 fins, tubulaires, poreux - pas de faces luisantes,  
 pas de faces de glissement, pas de revêtements - ma-  
 tériel à consistance rigide, non cimenté, non  
 plastique, friable, fragile - quelques racines  
 fines et moyennes, pas de chevelu - horizon labouré,  
 trace de travail du sol - transition distincte,  
 régulière.

N.B. Structure en grosses mottes dues au labour.

20 - 50 cm : légèrement humide, 10 YR 3/3 (humide), brun foncé,  
 sans taches - à matière organique non directement  
 décelable, teneur en matière organique voisine de  
 1 % - aucune effervescence - sans éléments grossiers -  
 approximativement 20 PC d'argile, 40 PC de sable,  
 texture limoneuse à sable fin et à sable grossier  
 siliceux, volcanique - structure fragmentaire peu  
 nette, polyédrique subanguleuse, moyenne, associée  
 à une structure massive - pas de fentes, agrégats à  
 pores nombreux, très fins et fins, tubulaires,  
 poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de  
 glissement, pas de revêtements - non cimenté, non  
 plastique, friable, fragile - quelques racines fines  
 et moyennes, dans la masse de l'horizon, activité  
 biologique forte - transition très nette, ondulée.

N.B. Horizon légèrement éclairci à la base.

50 - 80 cm : légèrement humide, 10 YR 3/2 (humide), brun grisâ-  
 tre très foncé, nombreuses taches étendues 10 YR  
 4/3 brunes, liées aux faces des unités structu-  
 rales, irrégulières, en trainées sans orientation  
 préférentielle, hétérogénéité dans les dimensions

.../



PROFIL n° AW 2. (suite)

50 - 80 cm : à limites nettes, contrastées, aussi cohérentes, aucune autre tache - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - effervescence localisée, éléments carbonatés en pseudomycelium et en nodules - sans éléments grossiers - approximativement 35 PC d'argile, 40 PC de sable, texture limono-argileuse à sable fin siliceux - structure fragmentaire très nette, généralisée, polyédrique, moyenne - pas de fente, pores peu nombreux, fins, peu poreux - faces luisantes, pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux, épais, sur agrégats, recouvrant 70 PC, 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé - matériau à consistance rigide, non cimenté, peu plastique, collant, non friable, non fragile - quelques racines fines, revêtant les faces des agrégats, activité biologique faible - transition graduelle ondulée.

N.B. Horizon humifère enterré.

80 - 140cm : légèrement humide, 10 YR 5/3 (humide), brun; nombreuses taches étendues 10 YR 3/2, brun rougeâtre très foncé, sans relations visibles avec les autres caractères, irrégulières, en trainées verticales, hétérogénéité dans les dimensions, à limites peu nettes, contrastées, aussi cohérentes, aucune autre tache - à matière organique non directement décelable, moins de 1 PC de matière organique - effervescence localisée, éléments carbonatés en pseudomycelium et en nodules - sans éléments grossiers - approximativement 20 PC d'argile, 55 PC de sable - texture limono-sableuse à sable fin siliceux - structure fragmentaire peu nette, polyédrique grossière, associée à une structure massive - pas de fentes, pores peu nombreux fins, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux, épais, sur agrégats, recouvrant 30 PC, 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, non friable, non fragile - pas de racines - activité très faible.

N.B. Trainées humifères fossiles.



PROFIL N° AW 3 - FERME D'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/1974 - 38° 30' E - 7° N - photo n° 14121 (1/50.000) - altitude 1680 mètres - en ETHIOPIE - dans le SIDAMO - à AWASSA - substratum : sédiments volcano-lacustre - précipitations moyennes : 980 mm - extrêmes P : 840 - 1230 mm - température moyenne 19° 8 - amplitudes (températures moyennes) 2° 7 - climat : tropical d'altitude - géomorphologie : effondrement volcano-tectonique - érosion : très faible - pente : 1 % - microrelief : absent - drainage externe : bon - nappe : non observée - végétation : vieille plantation de Sisal -

TYPE DE SOL : Sol à caractères isohumiques et andiques sur cendres rhyolitiques, reposant sur un paléosol hydromorphe sur cinérites lacustres (alluvions anciennes)

DESCRIPTION

0 - 15 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/1 (humide), gris très foncé, sans tâches - à matière organique non directement décelable - teneur en matière organique voisine de 3 PC - aucune effervescence - sans éléments grossiers, approximativement 18 PC d'argile, 40 PC de sable, texture limoneuse, à sable fin et à sable grossier, siliceux et volcanique - structure fragmentaire, peu nette, polyédrique subanguleuse, moyenne - volume des vides assez important entre agrégats, pas de fentes, pores nombreux, très fins et fins, tubulaires, poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, friable, fragile - nombreuses racines, fines et moyennes, chevelu - cavités - activité biologique forte - transition nette, régulière -

N.B. Abondant chevelu racinaire de Sisal

15 - 50 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/2 (humide), brun grisâtre très foncé, sans tâches - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 2 PC - aucune effervescence - sans éléments grossiers, approximativement 18 PC d'argile, 40 PC de sable, texture limoneuse, à sable fin et à sable grossier, siliceux et volcanique - structure massive, nette, à éclats émoussés - pas de fentes, pores nombreux, très fins et fins, tubulaires, poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, friable, fragile - racines, fines et moyennes, dans la masse de l'horizon, pas de chevelu - cavités, galeries, activité biologique forte - transition très nette, régulière

N.B. Blanchiment entre 40 et 50 cm - Discontinuité très nette à la base



PROFIL N° AW 3 (suite)

50 - 100 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/1 (humide), gris très foncé, nombreuses tâches, étendues, 10 YR 5/3, brunes, liées aux faces des unités structurales, irrégulières, en trainées sans orientation préférentielle, hétérogénéité dans les dimensions, à limites nettes, aussi cohérentes, aucune autre tâche, à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - effervescence, localisée, éléments carbonatés, en pseudomycélium et en nodules - approximativement 35 PC d'argile, 40 PC de sable, texture limono-argileuse, à sable fin, siliceux - structure fragmentaire, très nette, généralisée, polyédrique, moyenne - pas de fentes, pores peu nombreux, très fins et fins, tubulaires, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux, épais, sur agrégats, recouvrant 80 PC, 10 YR 3/1, gris très foncé - matériau à consistance rigide, non cimenté, plastique, collant, non friable, peu fragile - quelques racines, fines, revêtant les faces des agrégats, pas de chevelu - activité biologique faible - transition graduelle, ondulée -

N.B. Sol enterré - Nodules calcaires durs, anguleux, de 1 à 5 cm

100 - 150 cm : Légèrement humide, 10 YR 5/3 (humide), brun, nombreuses tâches, étendues, 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé, liées aux faces des unités structurales, irrégulières, en trainées verticales, hétérogénéité dans les dimensions, à limites nettes, peu contrastées, aussi cohérentes, aucune autre tâche - à matière organique non directement décelable, moins de 1 PC de matière organique - effervescence, localisée, éléments carbonatés, en pseudomycélium, et en nodules - approximativement 20 PC d'argile, 55 PC de sable, texture limono-sableuse, à sable fin, siliceux - structure fragmentaire, peu nette, polyédrique, grossière, associée à une structure massive, pas de fentes, pores peu nombreux, très fins, tubulaires, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux, épais, sur agrégats, recouvrant 30 PC, 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, peu collant, non friable, peu fragile - pas de racines - activité biologique très faible -

N.B. Trainées brunes organo-argileuses (anciennes racines)



PROFIL N° AW 4 - FERME D'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/1974 - 38° 30' E - 7° N -  
 photo : n° 14121 (1/50.000) - altitude 1680 mètres - en  
 ETHIOPIE - dans le SIDAMO à AWASSA - Substratum : sédiments  
 volcano-lacustres - précipitations moyennes : 980 mm - extrêmes  
 p : 840 - 1230 mm - température moyenne : 19° 8 - Amplitudes  
 (températures moyennes) : 27° - climat : tropical d'altitude -  
 Géomorphologie : effondrement volcano-tectonique - érosion :  
 nulle - pente : moins de 1 % - microrelief : nul - drainage  
 externe : assez bon - nappe : non observée - végétation :  
 absente (labour sur maïs) -  
TYPE DE SOL : Sol peu évolué à tendance isohumique et présentant  
 certains caractères andiques, sur cendres lacustres.

DESCRIPTION

- 0 - 20 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/1 (humide), gris très foncé, sans tâches - à débris organiques, teneur en matière organique voisine de 4 PC - aucune effervescence - sans éléments grossiers, approximativement 15 PC d'argile, 55 PC de sable, limono-sableuse, à sable fin et à sable grossier, siliceux et volcanique - structure fragmentaire, peu nette, polyédrique subanguleuse, moyenne - pas de fentes, pores nombreux, très fins et fins, tubulaires et intergranulaires, très poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, friable, fragile - racines, fines et moyennes, pas de chevelu - horizon labouré, trace de travail du sol, activité biologique forte - transition distincte, régulière -
- N.B. Présence de quelques gravillons ou cailloutis poncés émoussés -
- 20 - 112 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/2 (humide), brun grisâtre très foncé, sans tâches - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - aucune effervescence - sans éléments grossiers - approximativement 15 PC d'argile, 55 PC de sable, texture limono-sableuse, à sable fin et à sable grossier, siliceux et volcanique - structure massive, généralisée, à éclats émoussés - pas de fentes, pores nombreux, très fins et fins, tubulaires, très poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, friable, fragile - quelques racines, fines, cavités, galeries, activité biologique forte - transition nette, ondulée -
- N.B. Quelques ponces roulées



(suite)

112 à 180 : Légèrement humide, 10 YR 6/3 (humide), brun pâle, tâches, nodules argileux, peu étendues, 10 YR 5/3 brunes, sans relations visibles avec les autres caractères, irrégulières, 10 à 30 mm, à limites nettes, peu contrastées, plus cohérentes et plus argileuses - apparemment non organique - effervescence, localisée, éléments carbonatés, en pseudomycélium dans les noyaux plus argileux - sans éléments grossiers - approximativement 12 PC d'argile, 70 PC de sable, texture limono-sableuse ("silteuse"), à sable fin - structure massive, à éclats anguleux - pas de fentes, pores peu nombreux, très fins, tubulaires, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, peu collant, peu friable, peu fragile - quelques racines, fines, activité biologique faible - transition distincte, ondulée -

N.B. Au sommet de l'horizon : lentilles sub-horizontales blanchâtres gréso-silteuses -

180 à 200 : Légèrement humide, 10 YR 5/3 (humide), brun, tâches nodules argileux, étendues identiques au matériau de l'horizon supérieur, 10 YR 6/3, en trainées sans orientation préférentielle, à limites peu nettes, peu contrastées, moins cohérentes - apparemment non organique - effervescence, généralisée, éléments carbonatés, en pseudomycélium dans les noyaux plus argileux - sans éléments grossiers, approximativement 30 PC d'argile, 40 PC de sable, texture limono-argileuse, à sable fin - structure fragmentaire, nette, polyédrique, grossière, pas de fentes, pores nombreux, très fins, tubulaires, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, peu plastique, peu collant, non friable, peu fragile - pas de racines - activité biologique faible -

N.B. Le mycelium calcaire occupe d'anciennes racines fines -



PROFIL AW 5 - Ferme d'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - la 10/4/1974 - 28°30'E - 7°N - photo : 14121 (1/50.000) - 1680 mètres - en ETHIOPIE - dans le SIDAMO - à AWASSA - substratum : sédiments rocheux lacustres - précipitations moyennes : 980 mm - extrêmes P : 840 - 1230 mm - température moyenne : 19°8 - amplitudes (températures moyennes) : 2°7 - climat : tropical d'altitude - géomorphologie : effondrement volcano-tectonique - érosion : nulle - pente : moins de 1 PC - drainage externe : assez bon - nappe : non observée - végétation : sans (labour après maïs)

TYPE DE SOL : Sol hydromorphe à gley de forte amplitude sur alluvions lacustres -

DESCRIPTION :

0 - 20 cm : légèrement humide, 10 YR 3/1 (humide), gris très foncé ; taches peu étendues 2,5 YR 4/4, brun rougeâtre, associées aux racines en trainées sans orientation préférentielle, à limites nettes, contrastées - à débris organiques, teneur en matière organique voisine de 4 PC - aucune effervescence - sans éléments grossiers, approximativement 8 PC d'argile, 80 PC de sable ; texture sablo-limoneuse à sable fin et à sable grossier siliceux et volcanique (ponce) - structure fragmentaire peu nette, polyédrique subanguleuse, moyenne - pas de fentes, agrégats à pores nombreux, fins, très fins et moyens, tubulaires et intergranulaires, très poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, friable, fragile - racines fines, pas de chevelu - galeries, horizon labouré, trace de travail du sol, activité biologique forte - transition distincte.

N.B. - Quelques cailloutis de ponce roulée.

20 - 100cm : légèrement humide, 10 YR 2/1 (humide), noir ; taches peu étendues 2,5 YR 4/4 brun rougeâtre, associées aux racines, en trainées sans orientation préférentielle, à limites nettes, contrastées - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 2 PC - effervescence, localisée, éléments carbonatés, en pseudomycelium - teneur approximative en éléments grossiers 1 PC, très peu de graniers, très peu de cailloux, de roche ignée : ponce de forme arrondie, faiblement altérée - approximativement 25 PC d'argile, 40 PC de sable ; texture limoneuse à sable fin et à sable grossier siliceux et volcanique - structure fragmentaire nette généralisée, polyédrique, grossière - pas de fentes, pores peu nombreux fins, tubulaires, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, peu plastique, peu collant, non friable, non fragile - racines fines



PROFIL AW .5. - Ferme d'AWASSA (suite)

20 - 100 cm : revêtant les faces des agrégats - activité biologique moyenne - transition très nette, régulière.

N.B. Les cailloutis roulés de ponce sont spécialement nombreux à la base.

100 - 120 cm : légèrement humide, 10 YR 6/1 (humide), gris clair ; taches peu étendues 10 YR 5/3, brunes, sans relations visibles avec les autres caractères, en traînées sans orientation préférentielle, à limites nettes, peu contrastées, aussi cohérentes - apparemment non organique - aucune effervescence - sans éléments grossiers - approximativement 10 PC d'argile, 75 PC de sable, texture limono-très-sableuse à sable fin siliceux - structure massive très nette, à éclats anguleux - pas de fentes, pores peu nombreux très fins et fins, tubulaires, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, peu faible, peu fragile - pas de racines - activité biologique faible - transition nette.

N.B. : matériau lacustre (cinérite + diatomite), blanchâtre, "silteux"

120 - 140 cm : légèrement humide, 10 YR 5/3, (humide), brun, sans taches - apparemment non organique - aucune effervescence - sans éléments grossiers, approximativement 10 PC d'argile, 75 PC de sable, texture limono très sableuse à sable fin siliceux - structure massive nette, à éclats anguleux - pas de fentes, pores peu nombreux très fins et fins, tubulaires, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, peu friable, peu fragile - pas de racines - activité très faible.



PROFIL AW 6 - Ferme d'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - 10/4/74 - 38°30'E - 7°N - photo  
 n° 14121 (1/50.000) altitude : 1680 mètres - en ETHIOPIE - dans  
 le SIDAMO - à AWASSA - substratum : sédiments volcano-lacustres -  
 précipitations moyennes : 980 mm - extrêmes P : 840-1230 mm -  
 température moyenne : 19°8 - amplitudes (températures moyennes) :  
 27° - climat : tropical d'altitude - géomorphologie : effondre-  
 ment volcano-tectonique - érosion : nulle - pente : moins de  
 1 % - drainage externe : assez bon - nappe : non observée -  
 végétation : sans (labour sur maïs) -

TYPE DE SOL : Sol hydromorphe à gley de forte amplitude sur  
 alluvions lacustres

DESCRIPTION

0 - 30 cm : légèrement humide, 10 YR 3/1 (humide), gris très  
 foncé ; taches peu étendues 2,5 YR 4/4, brun rougeâ-  
 tre, associées aux racines, en trainées sans  
 orientation préférentielle, à limites nettes, con-  
 trastées - à débris organiques, teneur en matière  
 organique voisine de 3,5 PC - aucune effervescence -  
 très peu de graviers, de roche ignée, ponce, de  
 forme arrondie, faiblement altérée, approximative-  
 ment 10 PC d'argile, 60 PC de sable, texture  
 limono-sabmeuse à sable fin et à sable grossier  
 siliceux et volcanique (ponce) - structure frag-  
 mentaire, peu nette, polyédrique subanguleuse,  
 moyenne - pas de fentes, agrégats à pores nombreux,  
 très fins, fins et moyens, tubulaires, très poreux -  
 pas de faces luisantes, pas de faces de glissement,  
 pas de revêtements - matériau à consistance rigide,  
 non cimenté, non plastique, non collant, friable,  
 fragile - racines fines, pas de chevelu - galeries,  
 horizon labouré, semelle de labour, trace de travail  
 du sol, activité biologique forte - transition  
 nette, régulière.

N.B. légère semelle de labour à 30 cm.

40 - 60 cm : légèrement humide, 10 YR 2/1 (humide), noir ; taches  
 peu étendues 2,5 YR 4/4, brun rougeâtre, associées  
 aux racines, en trainées sans orientation préfé-  
 rentielle, à limites nettes, contrastées - à matiè-  
 re organique non directement décelable, teneur en  
 matière organique voisine de 2 PC - aucune efferves-  
 cence - teneur approximative en éléments grossiers  
 1 PC, très peu de graviers, de roche ignée, ponce,  
 de forme arrondie, faiblement altérée, approximati-  
 vement 15 PC d'argile, 60 PC de sable, texture  
 limono-sableuse à sable fin et à sable grossier  
 siliceux et volcanique (ponce) - structure frag-  
 mentaire peu nette, polyédrique subanguleuse,  
 moyenne, associée à une structure massive - pas de  
 fentes, agrégats à pores nombreux très fine, fins  
 et moyens, tubulaires, très poreux - pas de faces  
 luisantes, pas de faces de glissement, pas de revê-  
 tements - matériau à consistance rigide, non



PROFIL n° AW 6 - Ferme d'AWASSA (suite)

cimenté, non plastique, non collant, friable, fragile - quelques racines fines - cavités, galeries, activité biologique forte - transition nette, ondulée.

60 - 72 cm : légèrement humide, 10 YR 3/1 (humide) gris très foncé ; nombreuses taches peu étendues 10 YR 6/1, gris clair, sans relations visibles avec les autres caractères, irrégulières, en trainées sans orientation préférentielle, hétérogénéité dans les dimensions, à limites nettes, contrastées - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 2 PC - aucune effervescence - sans éléments grossiers, approximativement 30 PC d'argile, 30 PC de sable, texture limono-argileuse à sable fin - structure fragmentaire très nette, polyédrique, moyenne et grossière - fentes, agrégats à pores peu nombreux très fins, tubulaires, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux, épais, sur agrégats recouvrant 30 PC 10 YR 3/1, gris très foncé - matériau à consistance rigide, plastique, collant, peu friable, non fragile - pas de racines, activité biologique faible - transition très nette, ondulée.

N.B. Il s'agit d'un horizon organique fossile imprégnant un matériel lacustre blanchâtre. A la base de l'horizon on observe une pseudo-litification horizontale: lits noirâtres et lits blanchâtres à structure sub-lamellaire. On observe également dans cet horizon, d'assez nombreux morceaux de ponce roulés.

72 - 115 cm : légèrement humide, 10 YR 6/1 (humide), gris à gris-clair ; sans taches - apparemment non organique - aucune effervescence - sans éléments grossiers, approximativement 5 PC d'argile, 80 PC de sable, texture sablo-limoneuse à sable fin - structure massive, nette, à éclats anguleux, associée à une structure lamellaire - pas de fentes, agrégats à pores peu nombreux très fins, poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, peu friable, peu fragile - pas de racines - activité biologique nulle - transition très nette, régulière.

N.B. couche lacustre à sable très fin, cinérite (et diatomite ?) compactée. En dessous on trouve une alternance de couches argileuses, silteuses, sableuses.



PROFIL n° AW 7 - Ferme d'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/74 - 38°30'E - 7° N - photo n° 12864 (1/50.000) - altitude : 1680 m - en ETHIOPIE - dans le SIDAMO - à AWASSA - substratum : sediment volcano-lacustre avec recouvrement ponceux - précipitations moyennes : 980 mm - extrêmes P : 840-1230 mm - température moyenne : 19°8 - amplitudes (températures moyennes) 2°7 - climat : tropical d'altitude - géomorphologie : effondrement volcano-tectonique - érosion : nulle - pente : moins de 1 PC - drainage externe : médiocre - nappe : non observée - végétation : sans (parcelle labourée).

TYPE DE SOL : Sol hydromorphe à gley de forte amplitude sur alluvions lacustres, avec recouvrement ponceux sablo-gravillonnaire

DESCRIPTION :

0 - 30 cm : légèrement humide, 10 YR 2/1 (humide), noir, sans taches - à débris organiques \* aucune effervescence -  
 \*teneur en teneur approximative en éléments grossiers 10 PC,  
 matière organi- graviers peu abondants de ponce faiblement altérée,  
 que voisine de approximativement 10 PC d'argile, 80 PC de sable ;  
 4 PC texture sablo-limoneuse à sable grossier, volcanique -  
 structure fragmentaire peu nette, polyédrique subanguleuse, moyenne, associée à une structure massive -  
 pas de fentes, très poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements -  
 matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, friable, fragile - racines fines, pas de chevelu - cavités, galeries, horizon labouré, activité biologique forte - transition nette, ondulée.

N.B. Recouvrement cendro-ponceux récent.

30 - 40 cm : légèrement humide, 10 YR 7/1 (humide), gris clair  
 couche de gravillons de ponce reposant sur la couche inférieure par une transition brutale.

40 - 90 cm : légèrement humide, 10 YR 3/1 (humide, gris très foncé, nombreuses taches, peu étendues, 2,5 YR 4/4, brun rougeâtre, associées aux racines - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - aucune effervescence - sans éléments grossiers, approximativement 25 PC d'argile, 40 PC de sable, texture limoneuse à sable fin - structure fragmentaire, très nette, polyédrique moyenne et grossière - pas de fentes, peu poreux pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, plastique, peu collant, non friable, non fragile - quelques racines fines revêtant les faces des agrégats - activité biologique faible - transition nette, ondulée.

N.B. Présence de morceaux de ponce roulés surtout à la base.



PROFIL n° AW 7 - Ferme d'AWASSA (suite)

90 - 120 cm : sec, 10 YR 8/1, gris clair puis blanc ; taches étendues 10 YR 5/3 brunes, sans relations visibles avec les autres caractères, en trainées sans orientations préférentielles, à limites peu nettes, peu contrastées - apparemment non organique - aucune effervescence, généralisée, éléments carbonatés, diffus - approximativement 10 PC d'argile, 80 PC de sable, texture sablo-limoneuse à sable fin - structure massive très nette, à éclats anguleux - pas de fentes, poreux - pas de faces luisantes, pas de faces luisantes, pas de revêtement - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, peu friable, peu fragile - pas de racines, activité biologique très faible.

N.B. Les trainées brunes semblent être humifères (anciennes racines). En dessous on passe à une couche brune plus sableuse.



PROFIL N° AW 8 - FERME D'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/1974 - 38° 30' E - 7° N - photo n° 12864 (1/50.000) - altitude 1680 mètres - en ETHIOPIE - dans le SIDAMO - à AWASSA - substratum : sédiment volcano-lacustre - précipitations moyennes : 980 mm - extrêmes : 840 - 1230 mm - température moyenne : 19° 8 - amplitudes (température moyenne) 2° 7 climat tropical d'altitude - géomorphologie : effondrement volcano-tectonique - érosion : nulle - pente : moins de 1 % - drainage externe : médiocre - nappe : non observée - végétation : sans (résidus de piment)

TYPE DE SOL : Sol peu évolué andique sur sables et gravillons ponceux, reposant sur des alluvions lacustres -

DESCRIPTION :

0 - 38 cm : Légèrement humide, 10 YR 2/1 (humide), noir, sans tâches - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 3 PC - aucune effervescence - teneur approximative en éléments grossiers 10 PC, très peu de graviers, de ponce, approximativement 10 PC d'argile, 80 PC de sable, texture sablo-limoneuse, à sable grossier, volcanique - structure fragmentaire, peu nette, polyédrique subanguleuse, associée à une structure massive - pas de fentes, très poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, friable, fragile - racines, fines et moyennes, pas de chevelu - cavités, horizon labouré, activité biologique forte - transition nette, ondulée -

N.B. Recouvrement cendro-ponceux récent

38 - 60 cm : 10 YR 7/2 (humide), gris clair

Couche de gravillons de ponce reposant sur la couche inférieure par une transition brutale

60 - 100 cm : 10 YR 3/2 (humide), brun grisâtre très foncé, sans tâches - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - aucune effervescence - teneur approximative en éléments grossiers 10 PC, très peu de cailloux, de ponce, approximativement 25 PC d'argile, 40 PC de sable, texture limoneuse - à sable fin - structure fragmentaire, peu nette, polyédrique, moyenne, associée à une structure massive - pas de fentes, poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance semi-rigide, non cimenté, peu plastique, peu collant, peu friable, peu fragile - pas de racines - quelques cavités, activité biologique moyenne - transition nette, ondulée -



PROFIL N° AW a. (suite)

100 - 150 cm : 2.5 YR 5/2 humide, brun grisâtre, sans tâches - apparemment non organique - effervescence généralisée irrégulièrement répartie, éléments carbonatés en pseudomycélium et en nodules friables - teneur approximative en éléments grossiers 5 PC, très peu de cailloux, de ponce, approximativement 10 PC d'argile, 80 PC de sable, texture sablo-limoneuse, à sable fin - structure massive, nette, à éclats anguleux, pas de fentes, poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, peu friable, peu fragile - pas de racines - activité biologique faible -

N.B. Les ponces sont plus ou moins réparties en niveaux horizontaux -



PROFIL AW 9 - FERME D'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/74 - 38°30'E - 9°N - photo n° 12864 (1/50.000) - altitude : 1.680 mètres - en ETHIOPIE - dans le SIDAMO - à AWASSA - substratum : sédiments volcano-lacustres - précipitations moyennes - 980 mm - extrêmes P : 840-1230 mm - température moyenne : 19°8 - amplitudes (températures moyennes) = 2°7 - climat : tropical d'altitude - géomorphologie : effondrement volcano tectonique - érosion : très faible - pente : 2 % - drainage externe : bon - nappe : non observée - végétation : sans (parcelle labourée)

TYPE DE SOL : Sol peu évolué andique sur sables et gravillons ponceux, reposant sur des cendres et des cinérites lacustres (alluvions anciennes).

DESCRIPTION

0 - 30 cm : légèrement humide, 10 YR 3/1 (humide) gris très foncé - sans taches - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 4 PC - aucune effervescence - teneur approximative en éléments grossiers 40 PC, graviers abondants de ponce - approximativement 5 PC d'argile, 80 PC de sable, texture sablo limoneuse et à sable grossier et volcanique - structure massive, nette, à éclats émoussés - pas de fentes, très poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, très friable, fragile - racines fines et moyennes, pas de chevelu - cavités, galeries, horizon labouré, activité biologique forte - transition nette, ondulée.

N.B. recouvrement cendro-ponceux récent.

30 - 80 cm : 10 YR 7/2 (humide) gris clair - niveau gravillonnaire ponceux

80 -135 cm : légèrement humide, 10 YR 3/2 (humide), brun grisâtre très foncé ; sans taches - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - aucune effervescence - sans éléments grossiers -approximativement 18 PC d'argile, 50 PC de sable, texture limoneuse à limono-sableuse à sable fin et à sable grossier siliceux et volcanique - structure massive nette, à éclats anguleux - pas de fentes, pores nombreux très fins et fins, poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, peu collant, fragile - quelques racines fines - cavités, galeries, activité biologique forte - transition très nette, régulière

135 -180cm : légèrement humide, 10 YR 3/3 (humide) brun foncé ; taches étendues 10 YR 3/2, brun grisâtre foncé, hétérogénéité dans les dimensions, à limites peu nettes, peu contrastées, aussi cohérentes - apparemment non organique - effervescence localisée, éléments carbonatés en pseudomycelium - sans éléments grossiers

.../



PR.OFIL AW 9 - FERME D'AWASSA (suite)

135 - 100 cm : approximativement 15 PC d'argile, 50 PC de sable  
texture : limon sableux à sable fin - structure  
fragmentaire peu nette, polyédrique, associée à  
une structure massive - pas de fentes , poreux -  
pas de faces luisantes, pas de faces de glissement,  
pas de revêtements - matériau à consistance  
rigide, non plastique, peu collant, peu friable,  
peu fragile - pas de racines - activité biologique  
faible.

N.B. : le mycelium calcaire occupe d'anciennes  
racines fines.



PROFIL AW 10 - FERME D'AWASSA

M. RAUNET - pour IRAT - le 10/4/74 - 38°30'E- 7°N - photo : 12864 (1/50.000) - altitude : 1680 mètres - en ETHIOPIE - dans le SIDAMO - à AWASSA - substratum : sédiments volcano-lacustres - précipitations moyennes : 980 mm - extrêmes P : 840-1230 mm - température moyenne 19°8 - amplitudes : (températures moyennes) = 2°7 - climat : tropical d'altitude - géomorphologie : effondrement volcano-tectonique - pente : 1 % - drainage externe : bon - nappe : non observée - végétation : sans (parcelle labourée après maïs).

TYPE DE SOL : Sol peu évolué andique sur sables et gravillons ponceux, reposant sur des cendres et des cinérites lacustres (alluvions anciennes).

DESCRIPTION

0 - 35 cm : légèrement humide 10 YR 3/1 (humide), gris très foncé - sans taches - à débris organiques, teneur en matière organique voisine de 4 PC - aucune effervescence - teneur approximative en éléments grossiers 15 PC, graviers abondants, approximativement 5 PC d'argile, 80 PC de sable, texture sablo-limoneuse et à sable grossier et volcanique - structure fragmentaire peu nette, polyédrique subanguleuse moyenne associée à une structure massive - pas de fentes, très poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, friable, fragile - racines fines et moyennes, pas de chevelu - cavités, galeries, horizon labouré, activité biologique forte - transition nette, ondulée.

N.B. recouvrement cendro-ponceux récent.

35 - 40 cm : légèrement humide 10 YR 7/2 (humide) gris clair - niveau gravillonnaire ponceux.

40 -110 cm : légèrement humide, 10 YR 5/2 (humide), brun grisâtre - sans taches - à matière organique non directement décelable, moins de 1 PC de matière organique - aucune effervescence - sans éléments grossiers, approximativement 40 PC de sable, texture limoneuse à sable fin et à sable grossier siliceux et volcanique - structure massive, nette à éclats anguleux - pas de fentes - matériau à consistance rigide, non cimenté, peu plastique, peu collant, friable - quelques racines fines - cavités, galeries, activité biologique moyenne - transition très nette, ondulée.

110 -150 cm : légèrement humide, 10 YR 3/2 (humide), brun grisâtre très foncé ; nombreuses taches étendues, 10 YR 3/3 brun foncé, sans relations visibles avec les autres caractères, en trainées sans orientation préférentielle à limites peu nettes, peu contrastées - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - effervescence



PROFIL AW 10 - FERME D'AWASSA (suite)

110 - 150 cm : localisée, éléments carbonatés en nodules et en pseudomycelium - sans éléments grossiers, approximativement 30 PC d'argile, 35 PC de sable, texture limono argileuse à sable fin - structure fragmentaire très nette, polyédrique, moyenne et grossière - pas de fentes, agrégats à pores peu nombreux très fins et fins, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux, très épais sur agrégats recouvrant 30 PC 10 YR 3/2 brun grisâtre très foncé - matériau à consistance semi-rigide, non cimenté, plastique, peu collant, non friable, non fragile - pas de racines, activité faible.

N.B. Sol enterré. Matière organique fossile. Les taches brunes sont moins argileuses.



PROFIL N° AW 11 - FERME D'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/1974 - 38° 30' E - 7° N - photo n° 14121 (1/50.000) - altitude : 1680 mètres - en ETHIOPIE - dans le SIDAMO - à AWASSA - substratum : sédiments volcano-lacustres - précipitations moyennes : 980 mm - extrêmes P : 840 - 1230 mm - température moyenne : 19° 8 - amplitudes (température moyenne) : 2° 7 - climat : tropical d'altitude - géomorphologie : effondrement volcano-tectonique - érosion : faible - pente : moins de 1 % - drainage externe : bon - nappes : non observée - végétation : vieille sisaleraie -

TYPE DE SOL : Sol peu évolué andique sur sables et gravillons ponceux, reposant sur des cendres et des cinérites lacustres (alluvions anciennes)

DESCRIPTION

0 - 30 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/2(humide), brun grisâtre très foncé, sans tâches - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 4 PC - aucune effervescence - teneur approximative en éléments grossiers 15 PC, graviers, de ponce - approximativement 5 PC d'argile, 80 PC de sable, texture sablo limoneuse, à sable grossier et volcanique - structure fragmentaire, peu nette, polyédrique subanguleuse, moyenne, associée à une structure massive - pas de fentes, très poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, friable, fragile - nombreuses racines, fines et moyennes, chevelu - cavités, galeries, activité biologique forte - transition nette, ondulée -

N.B. Recouvrement cendro ponceux récent -

30 - 50 cm : 10 YR 7/2 humide, gris clair  
Niveau gravillonnaire ponceux

50 - 110 cm : Sec, 10 YR 5/3(sec), brun, sans tâches - aucune effervescence - sans éléments grossiers, approximativement 15 PC d'argile, 55 PC de sable, texture limono sableuse, à sable fin et à sable grossier, siliceux et volcanique - structure massive, nette, à éclats émoussés - pas de fentes, poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, peu collant, friable, fragile - quelques racines, fines - cavités, galeries, activité biologique forte - transition très nette, régulière -

N.B. Apport volcanique cendreux plus ancien



PROFIL N° AW 11 (suite)

110 - 140 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/1 (humide) gris très foncé, nombreuses tâches, étendues, 10 YR 4/3 brunes, sans relations visibles avec les autres caractères, en trainées sans orientation préférentielle, à limites peu nettes, peu contrastées, aussi cohérentes - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - effervescence, localisée, éléments carbonatés, en nodules - sans éléments grossiers, approximativement 30 PC d'argile, 35 PC de sable, texture limono-argileuse, à sable fin - structure fragmentaire, très nette, polyédrique, moyenne et grossière - pas de fentes, agrégats à pores peu nombreux, très fins et fins, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux, épais, sur agrégats, recouvrant 80 PC, 10 YR 3/1, gris très foncé - matériau à consistance semi-rigide, non cimenté, peu plastique, peu collant, non friable, non fragile - quelques racines, fines - activité biologique faible -

N.B. Sol organique fossile enterré - L'horizon devient moins sombre et moins argileux en profondeur



PROFIL N° AW 12. - FERME D'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/1974 - 38° 30' E - 7° N  
 photo n° 12864 (1/50 000) - altitude : 1680 mètres - en  
 ETHIOPIE - dans le SHOA - environs d'AWASSA - substratum :  
 projections de ponces - précipitations moyennes : 980 mm -  
 extrêmes p : 840 - 1230 mm - température moyenne : 19° 8 -  
 amplitudes (température moyenne) 2° 7 - climat : tropical  
 d'altitude - géomorphologie : recouvrement ponceux récent -  
 érosion : faible érosion en nappe - pente : moins de 1 % -  
 drainage externe : bon - nappe : non observée - végétation :  
 sans (parcelle labourée après maïs -

TYPE DE SOL : Sol peu évolué andique (ou andosol peu différencié)  
 sur ponce reposant sur des dépôts volcano-lacustres -

DESCRIPTION

- 0 - 35 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/1 (humide), gris très foncé, sans tâches - à débris organiques - teneur en matière organique voisine de 4 PC - aucune effervescence - teneur approximative en éléments grossiers 50 PC, graviers très abondants, de ponce - approximativement 5 PC d'argile, 85 PC de sable, texture sablo-limoneuse, à sable grossier et volcanique - structure particulière, peu nette, associée à une structure massive - pas de fentes, très poreux - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, très friable, très fragile - racines, fines et moyennes, pas de chevelu - cavités, galeries, horizon labouré, activité biologique forte - transition très nette, ondulée -  
 N.B. Recouvrement cendro-ponceux
- 35 - 92 cm : 10 YR 7/3 humide, brun très pâle  
 Niveau ponceux gravillonnaire et caillouteux
- 92 - 165 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/3 (humide), brun foncé, sans tâches - apparemment non organique - effervescence, localisée, éléments carbonatés, en pseudomycélium - sans éléments grossiers - approximativement 15 PC d'argile, 70 PC de sable, texture limono-argileuse, à sable fin et à sable grossier, siliceux et volcanique - structure massive, nette, à éclats émoussés - pas de fentes, pores nombreux, fins, tubulaires, poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, friable, fragile - quelques racines, fines - cavités, galeries, activité biologique forte - transition très nette, régulière -  
 N.B. Le mycellium calcaire occupe d'anciennes racines -



PROFIL N° AW 12 (suite)

165 - 180 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/1 (humide) gris très foncé, tâches, peu étendues, 10 YR 3/3, brun foncé, sans relations visibles avec les autres caractères, en trainées sans orientation préférentielle, à limites peu nettes, peu contrastées, aussi cohérentes - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - effervescence, éléments carbonatés, en pseudomycélium - approximativement 30 PC d'argile, 35 PC de sable, texture limono-argileuse, à sable fin - structure fragmentaire, très nette, polyédrique, moyenne, pas de fentes, pores peu nombreux, très fins, tubulaires, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux, épais, sur agrégats, recouvrant 80 PC, 10 YR 3/1, gris très foncé - matériau à consistance semi-rigide, non cimenté, peu plastique, collant, peu friable, peu fragile quelques racines, fines, revêtant les faces des agrégats - activité biologique faible -



PROFIL N° AW 13 - FERME D'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/1974 - 38° 30' E - 7° N -  
 photo n° 12864 (1/50.000) - altitude : 1680 mètres - en ETHIOPIE -  
 dans le SHOA - environs d'AWASSA - substratum : projections de  
 ponces - précipitations moyennes : 980 mm - extrêmes p : 840 -  
 1230 mm - température moyenne : 19° 8 - amplitudes (température  
 moyenne) 2° 7 - climat : tropical d'altitude - géomorphologie :  
 epais recouvrement ponceux récent - érosion : susceptibilité  
 à l'érosion en nappe - pente : 1 % - drainage externe : bon -  
 nappe : non observée - végétation : sans (parcelle labourée)  
TYPE DE SOL : Sol peu évolué andique ou andosol peu différencié  
 sur ponce

DESCRIPTION

- 0 - 30 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/1, gris très foncé,  
 sans tâches - à débris organiques, teneur en  
 matière organique voisine de 4 PC - aucune effer-  
 vescence - teneur approximative en éléments  
 grossiers 50 PC, graviers abondants, cailloux  
 peu abondants, de ponce - approximativement  
 5 PC d'argile, 85 PC de sable, texture sablo-  
 limoneuse, à sable grossier, volcanique -  
 structure particulaire, peu nette, associée à  
 une structure massive - pas de fentes, très  
 poreux - matériau à consistance rigide, non  
 cimenté, non plastique, non collant, très friable,  
 très fragile - racines fines et moyennes, pas  
 de chevelu - cavités, galeries, horizon labouré,  
 activité biologique forte -
- 30 - 60 cm : 10 YR 7/4, brun très pâle -  
 Couche de ponce gravillonnaire et cail-  
 louteuse - Légèrement altérée à imprégnation  
 jaunâtre -
- 60 - 200 cm : 10 YR 7/1, gris clair -  
 Couche de ponce (gravillons et cailloutis)  
 non altérée, présentant une litation très  
 grossière, peu nette -



PROFIL N° AW 14 - FERME D'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/1974 - 38° 30' E - 7° N -  
 photo n° 12864 (1/50.000) - altitude : 1680 mètres - en ETHIOPIE  
 dans la SHOA - environs d'AWASSA - substratum : projections de  
 ponces - précipitations moyennes : 980 mm - extrêmes p : 840 -  
 1230 mm - température moyenne : 19° 8 - amplitude (température  
 moyenne) 2° 7 - climat : tropical d'altitude - géomorphologie  
 épais recouvrement ponceux récent - érosion : susceptibilité  
 à l'érosion en nappe - pente : 1 % - drainage externe : bon -  
 nappe : non observée - végétation : sans (parcelle labourée)

Type de sol : Sol peu évolué andique ou andosol peu différencié  
 sur ponce

DESCRIPTION

- 0 - 15 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/1 (humide), gris très  
 foncé, sans tâches - aucune effervescence -  
 teneur approximative en éléments grossiers 50 PC  
 graviers abondants, cailloux peu abondants, de  
 ponce - approximativement 5 PC d'argile, 85 PC  
 de sable, texture sablo-limoneuse, à sable  
 grossier, volcanique - structure particulaire,  
 peu nette, associée à une structure massive -  
 pas de fentes, très poreux - matériau à consis-  
 tance rigide, non cimenté, non plastique, non  
 collant, très friable, très fragile - racines,  
 fines, pas de chevelu - cavités, galeries,  
 horizon labouré, activité biologique forte -  
 transition très nette, ondulée -
- 15 - 25 cm : 10 YR 7/4 sec, brun très pâle -  
 Couche de ponce gravillonnaire et caillou-  
 teuse légèrement altérée - transition  
 graduelle ondulée -
- 25 - 40 cm : 10 YR 7/3 sec, brun très pâle -  
 Couche de ponce gravillonnaire et caillou-  
 teuse - transition graduelle
- 40 - 140 cm : 10 YR 7/1 sec, gris clair -  
 Ponce fraîche, alternance de couches  
 caillouteuses et de couches plus gravil-  
 lonnaires -



PROFIL N° AW 15 - FERME D'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/1974 - 38° 30' E - 7° N -  
 photo n° 14958 (1/50.000) - altitude 1680 mètres - en ETHIOPIE -  
 dans la province du SHOA - environs d'AWASSA - substratum :  
 projections de ponces - précipitations moyennes : 980 mm -  
 extrêmes p : 840 - 1230 mm - température moyenne : 19° 8 -  
 amplitudes (température moyenne) : 2° 7 - climat : tropical  
 d'altitude - géomorphologie : épais recouvrement ponceux  
 récent (holocène récent) - érosion : susceptibilité à l'érosion  
 en nappe - pente 1 % - drainage externe : bon - nappe : non  
 observée - végétation : jeune plantation de sisal (3 ans) -

TYPE DE SOL : Sol peu évolué andique ou andosol peu différencié  
 sur ponce -

DESCRIPTION

- 0 - 30 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/1 (humide), gris très  
 foncé, sans tâches - à matière organique non  
 directement décelable, teneur en matière orga-  
 nique voisine de 3 PC - aucune effervescence -  
 teneur approximative en éléments grossiers 50  
 PC, graviers abondants, cailloux peu abondants,  
 de ponce - approximativement 5 PC d'argile, 85  
 PC de sable, texture sablo-limoneuse, à sable  
 grossier, volcanique - structure particulière,  
 peu nette, associée à une structure massive -  
 pas de fentes, très poreux - matériau à consis-  
 tance rigide, non cimenté, non plastique, non  
 collant, très friable, très fragile - nombreuses  
 racines, fines et moyennes, chevelu - cavités,  
 galeries, activité biologique forte - transition  
 très nette, ondulée -
- 30 - 40 cm : 7.5 YR 7/8 sec, jaune rougeâtre -  
 N.B. Couche de ponce gravillonnaire et cail-  
 louteuse légèrement altérée à accumulation  
 diffuse humo-ferrugineuse (couleur orangée)
- 40 - 70 cm : 10 YR 7/1 sec, gris clair -  
 N.B. Ponce essentiellement gravillonnaire -  
 Accumulation humo-ferrugineuse brun clair  
 en bandes 1 à 3 cm de large
- 70 - 170 cm : 10 YR 7/1 sec, gris clair -  
 N.B. Ponce essentiellement caillouteuse - quelques  
 bouts d'obsidienne - Stratification très  
 grossière -



PROFIL N° AW 16 - FERME D'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/1974 - 38° 30' E - 7° N -  
 photo n° 14958 (1/50.000) - altitude : 1680 mètres - en  
 ETHIOPIE - dans la province du SHOA - environs d'AWASSA -  
 substratum : projections de ponce - précipitations moyennes :  
 980 mm - extrêmes P : 840 - 1230 mm - température moyenne :  
 19° 8 - amplitudes (température moyenne) : 2° 7 - climat :  
 tropical d'altitude - géomorphologie : épais recouvrement  
 ponceux (holocène récent) - érosion : susceptibilité à l'érosion  
 en nappe - pente : 3 % - drainage externe : bon - nappe :  
 non observée - végétation : savane arborée à *Acacia nilotica*,  
*Acacia seyal*, *A. Tortillis* - *Balanites aegyptiaca* - En  
 cours de défrichement -

TYPE DE SOL : Sol peu évolué andique ou andosol peu différencié  
 sur ponce

DESCRIPTION

0 - 30 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/1 (humide), gris très  
 foncé, sans tâches - à matière organique non  
 directement décelable, teneur en matière orga-  
 nique voisine de 4 PC - aucune effervescence -  
 teneur approximative en éléments grossiers 50  
 PC, graviers abondants, cailloux peu abondants,  
 de ponce - approximativement 5 PC d'argile,  
 85 PC de sable, texture sablo-limoneuse, à  
 sable grossier, volcanique - structure fragmen-  
 taire, peu nette, polyédrique subanguleuse,  
 moyenne, associée à une structure massive -  
 pas de fentes, très poreux - friable, fragile -  
 nombreuses racines, fines et moyennes, pas de  
 chevelu - cavités, activité biologique forte -  
 transition très nette, ondulée -

30 - 100 cm : 10 YR 7/1, gris clair -

Ponce alternativement gravillonnaire et  
 caillouteuse (stratification grossière)



PROFIL N° AW 17 - FERME D'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/1974 - 38° 30' E - 7° N -  
 photo n° 14121 (1/50.000) - altitude : 1680 mètres - en  
 ETHIOPIE - dans la province du SIDAMO - environs d'AWASSA -  
 substratum : sédiment volcano-lacustre avec recouvrement  
 colluvial - précipitations moyennes : 980 mm - extrêmes P :  
 840 - 1230 mm - température moyenne : 19° 8 - amplitudes  
 (températures moyennes) : 2° 7 - climat : tropical d'altitude -  
 géomorphologie : piémont de butte basaltique - érosion :  
 faible - pente : 3 % - drainage externe : bon - nappe : non  
 observée - végétation : vieille sisaleraie -

TYPE DE SOL : Sol peu évolué d'apport colluvial, issu de  
 scories basaltiques

DESCRIPTION

0 - 25 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/3, brun foncé,  
 sans tâches - à matière organique non direc-  
 tement décelable - teneur en matière organique  
 voisine de 3 PC - aucune effervescence - teneur  
 approximative en éléments grossiers 10 PC,  
 graviers peu abondants, de scorie basaltique et  
 de ponce - approximativement 20 PC d'argile,  
 40 PC de sable, texture limoneuse, à sable  
 fin et à sable grossier, volcanique - structure  
 fragmentaire, peu nette, polyédrique subangu-  
 leuse, associée à une structure massive -  
 pas de fentes, poreux - matériau à consistance  
 rigide, non cimenté, peu plastique, peu collant,  
 peu friable, peu fragile - racines, fines et  
 moyennes, pas de chevelu - cavités, horizon  
 labouré, activité biologique moyenne - transition  
 distincte, régulière -

N.B. Colluvium

25 - 110 cm : 10 YR 4/3(sec), brun, sans tâches - apparemment  
 non organique - aucune effervescence - teneur  
 approximative en éléments grossiers 10 PC,  
 graviers peu abondants, de scorie basaltique et  
 de ponce - approximativement 20 PC d'argile,  
 40 PC de sable, texture limoneuse, à sable fin  
 et à sable grossier, volcanique - structure  
 massive, nette, à éclats anguleux - pas de  
 fentes, poreux - pas de faces luisantes, pas de  
 faces de glissement, pas de revêtements -  
 matériau à consistance rigide, non cimenté, peu  
 plastique, peu collant, peu friable, peu fragile -  
 quelques racines, fines - cavités, activité  
 biologique moyenne - transition nette, ondulée -

N.B. Colluvium



PROFIL N° AW 17 (suite)

110 - 130 cm : 10 YR 5/3 (sec) - apparemment non organique - aucune effervescence - sans éléments grossiers approximativement 10 PC d'argile, 80 PC de sable, texture sablo-limoneuse - structure massive, nette, à éclats émoussés - pas de fentes, poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - matériau à consistance rigide, non cimenté, non plastique, non collant, très friable, fragile - pas de racines - cavités, activité biologique moyenne - transition très nette, régulière -

N.B. Présence de noyaux gréseux de 2 à 20 cm de large, tendres, couleur gris olivâtre clair (5 Y 6/2) friable ; on y observe des grains vert foncé, blancs, noirs et du quartz -  
Cet horizon repose (discontinuité brutale) sur un substratum de scories basaltiques rouges.



PROFIL N° AW 18 - FERME D'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/1974 - 38° 30' E - 7° N - photo n° 14121 (1/50.000) - altitude : 1680 mètres - en ETHIOPIE dans la province du SIDAMO - a AWASSA - substratum : sédiments volcano-lacustres - précipitations moyennes : 980 mm - extrêmes P : 840 - 1230 mm - température moyenne : 19° 8 - amplitudes (température moyenne) 2° 7 - climat : tropical d'altitude - géomorphologie : effondrement volcano-tectonique - érosion : très faible - pente : moins de 1 % - nappe : non observée - végétation : sans (labour) -

TYPE DE SOL : Sol à caractères isohumiques et andiques sur cendres rhyolitiques, reposant sur un paléosol hydromorphe sur cinérites lacustres (alluvions anciennes)

DESCRIPTION

- 0 - 25 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/2 (humide) brun grisâtre très foncé, sans tâches - à débris organiques, teneur en matière organique voisine de 3 PC - aucune effervescence - sans éléments grossiers - approximativement 18 PC d'argile, 50 PC de sable, texture limoneuse, à sable fin et à sable grossier, volcanique - structure fragmentaire, peu nette, polyédrique subanguleuse, moyenne, associée à une structure massive - pas de fentes, pores nombreux, fins, tubulaires, poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - non cimenté, non plastique, non collant, friable, fragile - racines, fines, pas de chevelu - horizon labouré, activité biologique moyenne - transition distincte, régulière -
- 25 - 70 cm : Sec, 10 YR 4/3 (sec), brun, sans tâches - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1.5 PC - aucune effervescence - sans éléments grossiers - approximativement 18 PC d'argile, 50 PC de sable, texture limoneuse, à sable fin et à sable grossier, volcanique - structure massive, nette, à éclats anguleux - pas de fentes - pores nombreux - fins, tubulaires, poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - non cimenté, peu plastique, peu collant - friable - fragile - quelques racines, fines - cavités, galeries - activité biologique forte - transition distincte, régulière -

N.B. Présence de petits granules ponceux



PROFIL N° AW 18 - (suite)

70 - 90 cm : Sec, 10 YR 6/2 (sec), gris brunâtre clair, sans tâches - apparemment non organique - aucune effervescence - sans éléments grossiers - approximativement 12 PC d'argile, 60 PC de sable, texture limono-sableuse, à sable fin et à sable grossier, volcanique - structure massive, très nette, à éclats anguleux - pas de fentes, pores nombreux, fins, tubulaires, très poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - non cimenté, non plastique, non collant, friable, fragile - pas de racines - activité biologique faible - transition très nette, régulière -

N.B. structure en "mie de pain" (horizon lavé)

90 - 120 cm : Sec, 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé, tâches étendues, 10 YR 4/3, brunes, sans relations visibles avec les autres caractères, en trainées sans orientation préférentielle, à limites peu nettes, peu contrastées, aussi cohérentes - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - effervescence, localisée, éléments carbonatés, en nodules - sans éléments grossiers - approximativement 30 PC d'argile, 30 PC de sable, texture limono-argileuse, à sable fin - structure fragmentaire, très nette, polyédrique, moyenne et grossière - pas de fentes, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux, épais, sur agrégats, recouvrant 80 PC, 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé - non cimenté, peu plastique, collant, peu friable, non fragile - quelques racines, fines, revêtant les faces des agrégats - activité biologique faible - transition graduelle -

N.B. Horizon humifère de sol enterré -



PROFIL AW 18 (suite)

120 - 160 cm : Sec, 10 YR 4/3(sec) brun, nombreuses tâches, étendues, 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé, sans relations visibles avec les autres caractères, irrégulières, en trainées sans orientation préférentielle, à limites peu nettes, peu contrastées, aussi cohérentes - à matière organique non directement décelable - effervescence, localisée, éléments carbonatés, en nodules - sans éléments grossiers - approximativement 15 PC d'argile, 30 PC de sable, texture limoneuse fine, à sable fin - structure massive, à éclats anguleux, associée à une structure polyédrique - pas de fentes, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux, épais, sur agrégats, recouvrant 30 PC, 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé - non cimenté, non plastique, non collant, non friable, non fragile - pas de racines - activité biologique faible -

N.B. Les nodules calcaires sont durs, à arêtes anguleuses, de 1 à 3 cm de large. Ils sont gris sombres à l'intérieur -





PROFIL N° AW 19 - FERME D'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/1974 - 38° 30' E - 7° N -  
 photo n° 14121 (1/50.000) - altitude : 1680 mètres - en  
 ETHIOPIE - dans la province du SIDAMO - à AWASSA - substratum  
 sédiments volcano-lacustres - précipitations moyennes : 980 mm -  
 extrêmes p : 840 - 1230 mm - température moyenne : 19° 8 -  
 amplitudes (températures moyennes) : 2° 7 - climat : tropical  
 d'altitude - géomorphologie : effondrement volcano-tectonique -  
 érosion : très faible - pente : 1 % - drainage externe : bon -  
 nappe : non observée - végétation : sans (labour) -  
TYPE DE SOL : Sol à caractères isohumiques et andiques sur  
 cendres rhyolitiques, reposant sur un paléosol hydromorphe sur  
 cinérites lacustres (alluvions anciennes) -

DESCRIPTION

- 0 - 25 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/2(humide), brun  
 grisâtre très foncé, sans tâches - à débris  
 organiques, teneur en matière voisine de 3 PC -  
 aucune effervescence - sans éléments grossiers -  
 approximativement 18 PC d'argile, 50 PC de  
 sable, texture limoneuse, à sable fin et à sable  
 grossier - volcanique - structure fragmentaire,  
 peu nette, associée à une structure massive -  
 pas de fentes, pores nombreux, fins, poreux -  
 pas de faces luisantes, pas de faces de glis-  
 sement, pas de revêtements - non cimenté, non  
 plastique, friable, fragile - racines, fines,  
 pas de chevelu - cavités, horizon labouré,  
 activité biologique forte - transition distincte,  
 régulière -
- 25 - 90 cm : Sec, 10 YR 4/3(sec), sans tâches - à matière  
 organique non directement décelable, teneur en  
 matière organique voisine de 1.5 PC - aucune  
 effervescence - sans éléments grossiers -  
 approximativement 18 PC d'argile, 50 PC de  
 sable, texture limoneuse, à sable fin et à sable  
 grossier, volcanique - structure massive,  
 nette, à éclats anguleux - pas de fentes, pores  
 nombreux, fins, tubulaires, poreux - pas de  
 faces luisantes, pas de faces de glissement,  
 pas de revêtements - non cimenté, non plastique,  
 friable, fragile - quelques racines, fines -  
 cavités, nombreuses galeries, activité biologique  
 forte - transition distincte, régulière -
- N.B. Présence de petits granules ponceux -



90 -

PROFIL N° AW 19 (suite)

90 - 110 cm : Sec, 10 YR 6/2(sec), gris brunâtre clair, sans tâches - apparemment non organique - aucune effervescence - sans éléments grossiers - approximativement 12 PC d'argile, 60 PC de sable, texture limono-sableuse, à sable fin et à sable grossier, volcanique - structure massive, très nette, à éclats anguleux - pas de fentes, pores nombreux, fins, tubulaires, très poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, pas de revêtements - non cimenté, non plastique, friable, fragile - pas de racines - activité biologique faible - transition très nette, ondulée -

N.B. Structure en "mic de pain" (horizon lavé)

110 -120 cm : Sec, 10 YR 3/2(sec), brun grisâtre très foncé, tâches, étendues, 10 YR 4/3, brunes, sans relations visibles avec les autres caractères, en trainées sans orientation préférentielle, à limites peu nettes, peu contrastées, aussi cohérentes - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - effervescence, localisée, éléments carbonatés, en nodules - sans éléments grossiers - approximativement 30 PC d'argile, 30 PC de sable, texture limono-argileuse, à sable fin - structure fragmentaire, très nette, polyédrique, moyenne et grossière - pas de fentes, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux, épais, sur agrégats, recouvrant 80 PC, 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé - non cimenté, peu plastique, collant, peu friable, non fragile - quelques radnes, fines, revêtant les faces des agrégats - activité biologique faible - transition graduelle -

N.B. Horizon humifère de sol enterré -



PROFIL N° AW 20 - FERME D'AWASSA -

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/1974 - 38° 30' E - 7° N -  
 photo n° 14121 (1/50.000) - altitude : 1680 mètres - en  
 ETHIOPIE - dans la province du SIDAMO - environs d'AWASSA -  
 substratum : sédiments volcano-lacustres - précipitations  
 moyennes : 980 mm - extrêmes P : 840 - 1230 mm - température  
 moyenne : 19° 8 - amplitudes (températures moyennes) : 2° 7 -  
 climat : tropical d'altitude - géomorphologie : effondrement  
 volcano tectonique - érosion : faible - pente : moins de 1 % -  
 topographie : bas de talus (8 %) - drainage externe : bon -  
 nappe : non observée - végétation : sans (labouré)

TYPE DE SOL : Sol peu évolué à tendance isohumique et présen-  
 tant certains caractères andiques, sur cendres lacustres

DESCRIPTION

- 0 - 35 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/4 (humide), brun jau-  
 nâtre foncé, sans tâches - à débris organiques,  
 teneur en matière organique voisine de 3 PC -  
 aucune effervescence - sans éléments grossiers -  
 approximativement 8 PC d'argile, 80 PC de sable,  
 texture sablo-limoneuse, à sable fin - structure  
 fragmentaire, peu nette, polyédrique subanguleuse,  
 associée à une structure massive - pas de fentes,  
 très poreux - très friable, fragile, nombreuses  
 racines, fines, pas de chevelu - cavités, horizon  
 labouré, activité biologique forte - transition  
 distincte, régulière -
- 35 - 100 cm : Sec, 10 YR 5/3(sec), brun, sans tâches - apparem-  
 ment non organique - aucune effervescence - sans  
 éléments grossiers - approximativement 8 PC  
 d'argile, 80 PC de sable, texture sablo-limo-  
 neuse, à sable fin - structure massive, nette,  
 à éclats émoussés - pas de fentes, très poreux -  
 friable, fragile - racines, fines - cavités,  
 galeries - activité biologique forte - transition  
 graduelle, ondulée -
- 100 - 180 cm : Légèrement humide, 5 YR 6/3(sec), olive pâle,  
 sans tâches - apparemment non organique -  
 effervescence, éléments carbonatés, diffus, en  
 nodules farineux et en nodules indurés - sans  
 éléments grossiers - approximativement 8 PC d'ar-  
 gile, 80 PC de sable, texture sablo-limoneuse,  
 à sable fin - structure massive, nette - pas  
 de fentes, très poreux - très friable, très  
 fragile - pas de racines - activité biologique  
 faible -

N.B. Les nodules calcaires ont 1 à 8 mm de  
 large ; ils sont de forme très irrégulière -  
 Présence de gros bouts de ponce à la base -



PROFIL N° AW 21 - FERME D'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/1974 - 38° 30' E - 7° N -  
 photo n° 14121 (1/50.000) - altitude : 1680 mètres - en ETHIOPIE -  
 dans la province du SIDAMO - environs d'AWASSA (station de recherche) -  
 substratum : sédiments volcano-lacustres - précipitations moyennes : 980 mm -  
 extrêmes P : 840 - 1230 mm - température moyenne : 19° 8 -  
 amplitudes (températures moyennes) 2° 7 - climat : tropical d'altitude -  
 géomorphologie : effondrement volcano-tectonique - érosion : faible -  
 pente : moins de 1% - drainage externe : bon - nappe : non observée -  
 végétation : sans (parcelle labourée) -

TYPE DE SOL : Sol à caractères isohumiques et andiques sur cendres rhyolitiques, reposant sur un paléosol hydromorphe sur cinérites lacustres (alluvions anciennes)

DESCRIPTION

- 0 - 28 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/3 (humide), brun foncé, sans tâches - à débris organiques, teneur en matière organique voisine de 3 PC - aucune effervescence - sans éléments grossiers - approximativement 15 PC d'argile, 55 PC de sable, texture limono-sableuse, à sable fin et à sable grossier - structure fragmentaire, peu nette, polyédrique subanguleuse, moyenne - pas de fentes, poreux - friable, fragile - racines, fines et moyennes, pas de chevelu - cavités, activité biologique forte - transition distincte, régulière -
- 28 - 70 cm : Sec, 10 YR 5/3 (sec), brun, sans tâches - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - aucune effervescence - sans éléments grossiers - approximativement 15 PC d'argile, 55 PC de sable, texture limono-sableuse, à sable fin et à sable grossier - structure massive, nette, à éclats anguleux - pas de fentes, pores nombreux, fins, tubulaires - friable, fragile - racines, fines - cavités, galeries - activité biologique forte - transition très nette, régulière -
- 70 - 95 cm : Sec, 10 YR 3/2 (sec), brun grisâtre très foncé, nombreuses tâches, étendues, 10 YR 3/3, brun foncé, irrégulières, à limites peu nettes, peu contrastées - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - aucune effervescence - sans éléments grossiers - approximativement 30 PC d'argile, 40 PC de sable, texture limono-argileux, à sable fin - structure fragmentaire, très nette, polyédrique, moyenne et fine - pas de fentes, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux, épais, sur agrégats, recouvrant 80 PC, 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé - peu plastique, peu collant, peu friable, peu fragile, quelques racines fines, revêtant les faces des agrégats - activité biologique faible - transition graduelle, régulière -
- N.B. Horizon humifère de sol enterré -



PROFIL N° AW 21 - (suite)

95 - 140 cm : Sec, 10 YR 6/3(sec), brun pâle, nombreuses tâches, étendues, 10 YR 4/2, brun grisâtre foncé, irrégulières, à limites peu nettes, peu contrastées - apparemment non organique - effervescence, localisée, éléments carbonatés, en pseudomycélium et en nodules - sans éléments grossiers - approximativement 15 PC d'argile, texture limono-sableuse, à sable fin - structure massive, nette, à éclats anguleux - pas de fentes, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux, sur agrégats, recouvrant 30 PC, 10 YR 2, brun grisâtre foncé - peu plastique, peu collant, peu friable, peu fragile - pas de racines - activité biologique faible -

N.B. Nodules calcaires durs à arêtes anguleuses -



PROFIL N° AW 22 - FERME D'AWASSA -

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/1974 - 38° 30' E - 7° N - photo n° 14121 (1/50.000) - altitude : 1680 mètres - en ETHIOPIE - dans la province du SIDAMO - environs d'AWASSA (station de recherche) - substratum : sédiments volcano-lacustres - précipitations moyennes : 980 mm - extrêmes P : 840 - 1230 mm - température moyenne : 19° 8 - amplitude (températures moyennes) 2° 7 - climat : tropical d'altitude - géomorphologie : effondrement volcano-tectonique - érosion : faible - pente : moins de 1 % - drainage externe : bon - nappe : non observée - végétation : sans (parcelle labourée) -  
TYPE DE SOL : Sol à caractères isohumiques et andiques sur cendres rhyolitiques, reposant sur un paléosol hydromorphe sur cinerites lacustres (alluvions anciennes)

DESCRIPTION

- 0 - 22 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/3 (humide), brun foncé, sans tâches - à débris organiques, teneur en matière organique voisine de 3 PC - aucune effervescence - sans éléments grossiers - approximativement 15 PC d'argile, 55 PC de sable, texture limono-sableuse, à sable fin et à sable grossier - structure fragmentaire, peu nette, polyédrique subanguleuse, moyenne - pas de fentes, très poreux - très friable - fragile - racines, fines, pas de chevelu - cavités, activité biologique forte - transition distincte, régulière -
- 22 - 80 cm : Légèrement humide, 10 YR 4/3 (humide), brun, sans tâches - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - aucune effervescence - sans éléments grossiers - approximativement 15 PC d'argile, 55 PC de sable, texture limono-sableuse, à sable fin et à sable grossier - structure massive, nette, à éclats émoussés - pas de fentes, poreux - friable, fragile - quelques racines, fines - cavités, galeries, activité biologique forte - transition très nette, régulière -



PROFIL N° AW 22 - (suite)

80 - 130 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/2 (humide), brun grisâtre très foncé, nombreuses tâches, étendues, 10 YR 4/3, brunes, irrégulières, à limites nettes, peu contrastées - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - effervescence, localisée, éléments carbonatés, en pseudomycélium et en nodules - sans éléments grossiers - approximativement 30 PC d'argile, 30 PC de sable, à sable fin - structure fragmentaire, très nette, polyédrique, fine - pas de fentes, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux, très épais, sur agrégats, recouvrant 80 PC, 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé - peu plastique, peu collant, peu friable, peu fragile - quelques racines, fines, revêtant les faces des agrégats - activité biologique faible - transition graduelle, régulière -

N.B. Horizon humifère de sol enterré

130 - 180 cm : 10 YR 6/3 (sec) \* nombreuses tâches, 10 YR 3/3, brun foncé, irrégulières - à limites peu nettes, peu contrastées - à matière organique non directement décelable - effervescence, localisée, éléments carbonatés, en pseudomycélium et en nodules - sans éléments grossiers - approximativement 15 PC d'argile, 60 PC de sable, texture limono- , à sable fin - structure massive, nette - pas de fentes, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux, épais, sur agrégats, recouvrant 80 PC, 10 YR 3/3, brun foncé - peu plastique, peu collant, peu friable, peu fragile - pas de racines, activité biologique très faible -

\* brun pâle

N.B. Les nodules calcaires sont durs et à arêtes anguleuses -



HORIZON AW 23 - FERME D'AWASSA

M. RAUNET - pour l'IRAT - le 10/4/1974 - 38° 30' E - 7° N -  
 photo n° 14121 - altitude : 1680 m - en ETHIOPIE - dans le  
 SIDAMO - substratum : sédiments volcano-lacustres - précipi-  
 tations moyennes : 980 mm - extrêmes P : 840 - 1230 mm -  
 température moyenne : 19° 8 - amplitudes (température moyenne)  
 2° 7 - climat : tropical d'altitude - géomorphologie : effon-  
 drement volcano-tectonique - érosion : nulle - pente : moins  
 de 1 % - drainage externe : bon - nappe : non visible -  
 végétation : sans labour -

TYPE DE SOL : Sol à caractères isohumiques et andiques sur  
 cendres rhyolitiques, reposant sur un paléosol hydromorphe  
 sur cinerites lacustres (alluvions anciennes)

DESCRIPTION

- 0 - 22 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/1 (humide), gris  
 très foncé, sans tâches - à débris organiques,  
 teneur en matière organique voisine de 4 PC -  
 aucune effervescence - sans éléments grossiers -  
 approximativement 20 PC d'argile, 40 PC de  
 sable, texture limoneuse, à sable fin et à  
 sable grossier - structure fragmentaire, peu  
 nette, polyédrique subanguleuse, grossière, pas  
 de fentes, très poreux - friable, fragile -  
 racines, fines, pas de chevelu - cavités,  
 galeries, activité biologique forte - transition  
 distincte, régulière -
- 22 - 70 cm : Légèrement humide, 10 YR 3/3 (humide), brun  
 foncé, sans tâches - à matière organique non  
 directement décelable, teneur en matière orga-  
 nique voisine de 1 PC - aucune effervescence -  
 sans éléments grossiers - approximativement 20  
 PC d'argile, 40 PC de sable, texture limoneuse,  
 à sable fin et à sable grossier - structure  
 massive, nette, à éclats anguleux, pas de  
 fentes, pores nombreux, fins, tubulaires, poreux -  
 friable, fragile - racines, fines - cavités,  
 galeries, activité biologique forte -
- 70 - 90 cm : Sec, 10 YR 6/2 (sec), gris brunâtre clair, sans  
 tâches - apparemment non organique - aucune  
 effervescence - sans éléments grossiers -  
 approximativement 10 PC d'argile, 60 PC de  
 sable, texture limono-sableuse, à sable fin et  
 à sable grossier - structure massive, très  
 nette, à éclats anguleux - pas de fentes, pores  
 nombreux, fins, tubulaires, poreux - friable,  
 fragile - pas de racines - activité biologique  
 faible - transition très nette, régulière -
- N.B. Aspect "mie de pain" (horizon lavé) -



HORIZON AW 23 - (suite)

90 - 120 cm : Sec, 10 YR 3/1 (sec), gris très foncé, nombreuses tâches, étendues, 10 YR 3/3, brun foncé, irrégulières, à limites peu nettes, peu contrastées - à matière organique non directement décelable, teneur en matière organique voisine de 1 PC - faible effervescence, localisée, éléments carbonatés, en nodules - sans éléments grossiers - approximativement 30 PC d'argile, 30 PC de sable, texture limono-argileuse, à sable fin - structure fragmentaire, très nette, polyédrique, moyenne et grossière - pas de fentes, peu poreux - pas de faces luisantes, pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux, épais, sur agrégats, recouvrant 80 PC, 10 YR 3/3, brun foncé - peu friable, non fragile - quelques racines, fines, revêtant les faces des agrégats - transition graduelle, régulière -

N.B. Horizon humifère de sol enterré -

120 - 160 cm : Sec, brun, 10 YR 5/3 (sec), nombreuses tâches, étendues, 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé, irrégulières, à limites peu nettes, peu contrastées - apparemment non organique - effervescence, éléments carbonatés, en pseudomycélium et en nodules - sans éléments grossiers - approximativement 15 PC d'argile, 60 PC de sable, texture limono-sableuse, à sable fin - structure massive, nette, à éclats anguleux - pas de fentes, peu poreux - pas de faces luisantes pas de faces de glissement, revêtements organo-argileux, épais, sur agrégats, recouvrant 25 PC, 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé - peu fragile - pas de racines - activité biologique faible -

N.B. Nodules calcaires durs et à arêtes anguleuses -



LEXIQUE



**ALLOPHANE** : Substance alumino-siliceuse amorphe (non cristallisée) et hydratée, mal définie et de composition très variable. L'allophane dérive généralement de l'altération initiale d'un verre volcanique ; elle caractérise les andosols et leur confère des propriétés bien particulières.

**ANDOSOLS** : Terme dérivé des mots Japonais "an do" qui signifient sol noir.

Sols jeunes développés sur roche mère volcanique vitreuse, caractérisés par la présence d'allophanes (minéraux alumino-silicatés amorphes). Ces sols sont généralement riches en matière organique (couleur sombre) ; celle-ci forme un complexe organo-humique très stable. La densité apparente est faible. Ils ont généralement une capacité de rétention pour l'eau très élevée. La capacité d'échange de cations est variable en fonction du degré d'hydratation du sol et du pH. Les andosols ont la propriété de fixer énergiquement le phosphore et celui-ci est donc peu assimilable.

**ANMOOR** : Matière organique caractérisant certains sols à gley, restant engorgé pendant une grande partie de l'année. L'anmoor est un mélange intime d'argile et de matière organique bien humifiée mais dont la teneur ne dépasse pas 30 %. La structure est compacte, plastique, collante. Son épaisseur peut atteindre 30 cm.



**BASALTE** : Roche éruptive basique à structure microlitique, à couleur sombre et à densité élevée. Il s'agit d'une lave fluide, pauvre en silice, riche en éléments ferro-magnésiens (Ca, Mg, Fe). Elle est généralement composée de petits cristaux de plagioclase, d'augite et de titano-magnétite, auxquels s'ajoute souvent de l'olivine.

La morphologie des produits basaltiques dépend de la richesse en gaz du magma, de la vitesse du dégazage et de la vitesse de refroidissement. Les coulées sont scoriacées, vacuolaires ou massives, suivant qu'il s'y dégage des gaz ou non. Les produits d'accumulation pyroclastiques sont sous forme de cendres, de sables, ou de cônes de scories. Du fait d'un refroidissement rapide, ces produits sont généralement vitreux.

**BIO-RHESISTASIE** : Théorie générale d'inspiration pédologique (H. ERHART) qui lie l'évolution des sols et leur dégradation, à celle du couvert végétal, et aux grandes variations climatiques. La BIOSTASIE est une phase de stabilité biologique pendant laquelle se réalise, sous couvert forestier, l'altération sur place des matériaux, avec mobilisation des éléments minéraux solubles. La RHEXISTASIE représente la rupture de cet équilibre, sous l'effet de causes climatiques, tectoniques ou anthropiques. C'est une phase de morphogenèse qui débute par l'évacuation des sols et des débris accumulés sur place pendant la période antérieure de biostasie.



**BOMBEMENT VOLCANO-TECTONIQUE** : Bombement (ou horst) provoqué par la poussée ascensionnelle d'un magma. Cette poussée peut s'accompagner d'une infiltration du magma dans, ou à la base des terrains soulevés. La lave forme un laccolite.

Lors de son soulèvement le bombement volcano-tectonique est souvent faillé ou cassé. Le long des cassures, s'alignent souvent de petits volcans pyroclastiques.

**BRUNIFICATION (sols bruns eutrophes)** : La brunification tropicale s'observe sur roche généralement riche en base. L'altération est moins poussée que dans les sols ferrallitiques ; les sols bruns eutrophes sont plus jeunes, moins épais. La montmorillonite est mêlée à la kaolinite en proportions variables. L'horizon humifère est bien développé ; la couleur est brune ou brun rouge ; la structure est bien exprimée.

**CALDERA** : Effondrement d'origine volcano-tectonique, généralement consécutif à une forte activité éruptive. Réajustement qui tend à combler le vide laissé par le départ d'une grande quantité de matériau du réservoir magmatique. La Caldera d'effondrement se forme généralement au sommet d'un cône d'accumulation et y donne naissance à un cratère à parois verticales. Lorsque l'effondrement est important il peut emporter la totalité du cône. La taille d'une Caldera est très variable (200 mètres à 20 km de diamètre).

**CENDRES** : Roche volcanique meuble, de nature pulvérulente ou sableuse, constituée soit de magma pulvérisé (cendres vitreuses), soit de roche broyée provenant des parois de la cheminée, soit le plus souvent, d'un mélange des deux. Les cendres ont moins de 2 mm de diamètre ; au-delà, il s'agit de "lapillis".



**CINERITE** : Roche volcanique formée de cendres cimentées ou compactées. Les cendres qui la constituent ont moins de 2 mm de diamètre. Les cinérites lacustres sont des accumulations cendreuses au fond d'un lac, puis compactées.

**CÔNE (ou volcan) MONOGENIQUE** : Forme d'accumulation de produits volcaniques née d'une éruption unique, jamais répétée. A distinguer des volcans polygéniques, édifiés par l'empilement des produits d'éruptions nombreuses.

**CÔNE (ou volcan) POLYGENIQUE** : voir cône monogénique

**COUP DE CUILLERE** : Désigne une balafre dans le versant, généralement dans les formations sans plasticité, qui sont devenues brusquement liquides et se sont écoulées. Le plus souvent, le matériel forme une trainée, immédiatement en contre bas d'une niche mal dessinée. Ils n'affectent que des pentes raides.

**DECAPAGE EN NAPPE** : Balayage latéral de la surface du sol par les eaux de ruissellement qui entraînent les particules fines (érosion diffuse). L'intensité du décapage en nappe dépend de la stabilité structurale du sol, du couvert végétal, de l'agressivité des pluies. A partir d'une certaine pente, les conditions étant identiques par ailleurs, le ruissellement se concentre et le ravinement apparaît.

**DIATOMITE** : Roche siliceuse essentiellement formée par l'accumulation de frustules de diatomées. Elle est légère, blanche et poreuse. Elle est d'autant plus dense qu'elle contient des proportions plus importantes de sable fin et d'argile. Il y a des diatomites lacustres, d'autres marines. La pullulation des diatomées est favorisée par la projection de cendres volcaniques acides, riches en silice, dans la dépression où se fait le dépôt.



**DÔME :** Forme d'accumulation volcanique résultant de l'extrusion lente d'un magma très visqueux. La viscosité de la lave empêche le dégazage aisé et l'écoulement latéral. Sortant très lentement, la lave s'accumule au-dessus de l'orifice de la cheminée en un dôme qui, avec quelques pauses (stries concentriques) croît peu à peu en hauteur et en largeur. Les phénomènes explosifs associés aux extrusions lentes sont très violents et donnent souvent naissance à des nuées ardentes (ignimbrites) ou à des projections de grandes quantités de ponces.

**ERUPTION LINEAIRE (ou FISSURALE) :** Eruption qui se produit le long d'une fissure linéaire. On distingue :

- les éruptions linéaires effusives : génératrices de puissantes coulées fluides, basaltiques s'étalant en nappes ("Trapp")
- les éruptions linéaires explosives : l'activité se concentre alors à certains endroits de la fissure, de sorte qu'il en résulte un alignement de petits volcans individualisés, la plupart du temps monogéniques
- les éruptions mixtes explosives et effusives
- les éruptions de nuées ardentes : lorsque le magma est acide et très visqueux, la détente brusque des gaz entraîne des éléments incandescents en suspension. Ceux-ci s'étalent très loin et se soudent en ignimbrites.

Les éruptions linéaires s'opposent aux éruptions centrales où l'activité volcanique n'est pas alignée sur une fissure, mais concentrée.



**FERRALLITISATION** : Altération tropicale aboutissant à la formation de sols rouges profonds (plusieurs mètres), généralement bien structurés.

L'altération des minéraux des roches est très poussée. Il y a une libération d'oxydes de fer et souvent d'alumine (gibbsite), élimination des bases et d'une partie de la silice par lessivage. L'argile formée est exclusivement de type kaolinite. Les oxydes de fer libérés colorent le sol en rouge.

En principe ces sols se forment en climat tropical humide (plus de 1200 mm) à saison sèche peu marquée, sous végétation forestière et en conditions de bon drainage. Mais très souvent, les sols ferrallitiques observés sont reliques ; beaucoup de leurs caractères subsistent lorsque les conditions de milieu changent ; ils peuvent alors évoluer par cuirassement, remaniement, rajeunissement, isohumisme, etc... et se comportent comme un matériau originel pour la pédogenèse actuelle.

**FERRALLITISATION** : Altération tropicale et méditerranéenne, aboutissant à la formation de sols rouges, bien structurés, moins profonds que les sols ferrallitiques. L'altération des minéraux des roches, bien qu'assez poussée, est moins intense que dans la ferrallitisation. La perte de silice à l'état soluble est faible ; l'alumine fournie par l'altération ne reste pas à l'état libre, elle se recombine à la silice pour donner des argiles de type kaolinite et illite (plus riche en silice). Il y a une libération importante de fer, qui s'associe aux minéraux argileux, et qui colore le sol en rouge.



**FERROLYSE** : Théorie de R. BRINKMAN destinée à expliquer le mode de formation des sols hydromorphes soumis à un engorgement saisonnier, et dont l'horizon supérieur, de couleur gris clair est appauvri en argile. Pendant la phase anaérobie (engorgement), le fer libre est réduit en fer ferreux qui déplace les cations échangeables ; ceux-ci sont lixiviés. Pendant la phase aérobie (dessiccation) le fer ferreux est oxydé, produisant des hydroxydes ferriques et des ions hydrogènes. Ceux-ci déplacent le fer ferreux échangeable et corrodent les couches octaédriques de l'argile sur leurs bords. En même temps, il se produit une diffusion équivalente d'hydrogène contre l'aluminium, une partie du magnésium et d'autres ions libérés par les bords du réseau octaédrique. Ainsi à chaque cycle, des cations sont lessivés et une partie du réseau argileux est détruite. Un sol, même à l'origine argileux et saturé en base peut ainsi évoluer en sol sableux, gris, à très faible capacité d'échange.

**GLEYS** : Morphologie d'un sol hydromorphe due au battement d'une nappe phréatique. La partie du matériau, constamment engorgé est grise, le fer y est totalement à l'état réduit ; il s'agit du gley réduit. La partie supérieure du sol qui peut être alternativement engorgée ou non engorgée, a un aspect tacheté (le fer est en partie réduit en partie oxydé) ; il s'agit du gley oxydé.

**GLISSEMENT EN PLANCHES** : Glissement de terrain, d'épaisseur à peu près constante, habituellement faible (quelques mètres), qui s'est déplacée parallèlement au versant. La masse déplacée est peu perturbée.



GRABEN : (ou fossé tectonique) : bloc relativement abaissé entre 2 failles bordières. Horsts et grabens sont d'ordinaire associés. Il arrive cependant, en particulier dans les régions volcaniques, que les fossés tectoniques s'enfoncent en "touches de piano", sans que les bords se soulèvent.

HORST : Bloc faillé relativement soulevé entre 2 compartiments abaissés (grabens).

HYALOCLASTITE : Roche à prédominance basaltique issue d'une éruption sous marine ou sous lacustre, à une certaine distance au-dessous de la surface.

Les hyaloclastites peuvent avoir des aspects différents en fonction de la nature du magma, et suivant qu'il est effusif ou éruptif :

- des laves basaltiques fluides qui s'épanchent sous l'eau forment des "pillow-lavas" (laves en coussins). Nous n'en avons pas observé dans la région d'AWASSA.

- les laves rhyolitiques ne donnent pas de pillow-lavas, mais plutôt des "perlites", formées à la suite d'un refroidissement très rapide : la roche est composée d'un verre dans lequel se trouvent de petites perles sphériques de quelques millimètres de rayon, et de même composition interne que celle de la matrice.

- les éruptions explosives basaltiques ou rhyolitiques donnent des tufs stratifiés et plus ou moins lités. Les éléments pyroclastiques chauds se sont pulvérisés en débris fins et se sont écoulés le long des cônes en se soudant. Les cônes formés sous l'eau ont une forme particulière : ils sont peu élevés, assez aplatis, souvent très égueulés ; les sommets sont larges et convexes.



**HYDROMORPHIE** : Evolution d'un matériau sous l'effet d'un excès d'eau, en raison d'un engorgement temporaire ou permanent, partiel ou total. Cet excès d'eau peut être dû, soit à la présence ou à la remontée de la nappe phréatique, soit au manque d'infiltration des eaux pluviales provoquant une nappe perchée ou une inondation

**HOLOCENE** : Quaternaire très récent (10.000 ans) correspondant à la période post-glaciaire.

**IGNIMBRITE** : Roche volcanique de nature rhyolitique, engendrée par des nuées ardentes au cours d'éruptions linéaires ; les produits, en suspension incandescente, s'étalent avec rapidité et recouvrent des surfaces énormes ; les dépôts, chauds et pâteux, se soudent en une roche compacte, pouvant simuler une lave rhyolitique. La puissance des ignimbrites est généralement de l'ordre de 100-200 mètres. Mais elle peut atteindre 600 mètres.

**ISOHUMISME** : Milieu de pédogenèse qui induit une répartition relativement homogène et profonde de la matière organique. Celle-ci est produite par une végétation de graminées souvent annuelles, limitée à la saison pluvieuse. Ces graminées produisent une quantité importante de matière organique dans le sol, par la décomposition de leur système racinaire. La matière organique est bien humifiée et forme un complexe argilo-humique stable.

**LACCOLITE** : Masse de roche intrusive s'insinuant dans des dépôts sédimentaires. Si le toit du laccolite se fragmente du fait de la poussée tectonique, le magma peut se frayer une issue jusqu'à la surface ; l'intrusion devient un laccolite éruptif.

**LITHOSOL** : (sol minéral brut d'érosion sur roche dure) : le "sol" est composé d'affleurements de roche dure ayant subi ou non une désagrégation. L'érosion de surface empêche la formation d'un sol évolué, mais il peut y avoir un horizon humifère embryonnaire.



MILIEU DE PEDOGENESE : c'est à la fois le cadre spatial dans lequel se déroule la pédogenèse et le régime qui s'y instaure et qui résulte de l'ensemble des influences, actions ou contraintes provoquées par la nature des facteurs de la pédogenèse, l'intensité de leurs interventions, la combinaison de ces interventions (définition de G. GAUCHER)

MORPHODYNAMIQUE : Ensemble des processus mécaniques et physico-chimiques qui modèlent ou modifient les formes de relief. Le degré de stabilité morphodynamique du milieu dépend de la nature et de l'intensité des processus.

MORPHOGENESE : Création ou évolution des formes de la surface terrestre sous l'action des forces endogènes (tectonisme volcanisme) ou sous l'action des forces exogènes (agents d'érosion). La morphogenèse déclenchée par l'action volontaire ou non de l'homme est dite "anthropique". L'ensemble des phénomènes morphogénétiques et des formes rapportées à leur action dans un même domaine climatique est appelé "système morphoclimatique".



**NUÉE ARDENTE** : Type d'éruption volcanique affectant un magma acide et visqueux (rhyolitique). Les gaz ne pouvant s'échapper par suite de la grande viscosité du magma, s'accumulent sous pression. La génération des nuées ardentes est liée à la libération explosive des gaz qui se fraient un chemin avec violence, entraînant blocs, pierres et fragments incandescents. La pesanteur agit alors sur la suspension des particules solides fluidisée dans les gaz, pour provoquer son écoulement le long des pentes. Au cours de celui-ci de nouveaux gaz continuent à se libérer par suite de la diminution de la pression et de la fragmentation de la lave.

Les nuées ardentes déposent des tufs chaotiques et des ignimbrites. Les ignimbrites de la Rift Valley ont été engendrées par des nuées ardentes débordantes au cours d'éruptions linéaires.

**OBSIDIENNE** : Roche volcanique sombre ayant l'aspect du verre ; éclat gras, cassure conchoïdale, très coupante. Elle se présente sous forme de coulées de lave courtes, très visqueuse, riche en silice et en alcalis, solidifiée en un verre volcanique privé de bulles. La cristallisation a été inhibée par le refroidissement très rapide due à la viscosité. La composition de l'obsidienne est généralement celle de la rhyolite anhydre ; l'obsidienne accompagne ou suit souvent l'émission de ponce dont la composition est semblable mais dont la mise en place est plutôt explosive du fait de la richesse du magma en gaz.

**PALEOSOL** : Sol qui doit ses caractères à une évolution ancienne, qui s'est poursuivie dans des conditions différentes de celles qui existent actuellement.



PERLITE : voir HYALOCLASTITE

PLANIQUE : Morphologie d'un sol qui possède à faible profondeur, une discontinuité brutale dans ses propriétés physiques : texture, perméabilité, consistance. La partie supérieure du sol est sableuse à limoneuse, friable et filtrante ; la partie inférieure est argileuse, compacte et peu perméable. L'origine de cette discontinuité peut être mécanique (recouvrement d'un matériau sur un autre) ou pédogénétique (lessivage oblique, ferrolyse..., de la partie supérieure).

PLEISTOCENE : Majeure partie du quaternaire, correspondant aux périodes glaciaires, antérieures à 10.000 ans.

PONCE : Roche volcanique claire composée de fragments, généralement non soudés, de magma vitreux, vacuolaire, de très faible densité. Les ponces ne se forment que lorsqu'un magma visqueux vient à subir une détente brusque ; sa haute viscosité, interdisant aux gaz de s'échapper, d'innombrables petites bulles, arrondies ou allongées prennent naissance, séparées les unes des autres par de très fines pellicules de verre. Les parois séparant les vides sont si minces que la roche flotte sur l'eau. Les ponces sont généralement de nature rhyolitique, non cristallisées.

PYROCLASTIQUE : Matériaux fragmentés, entraînés et éjectés par des gaz éruptifs, à l'état aussi bien solide que liquide. Les roches pyroclastiques peuvent être classées en fonction de leur granulométrie et de leur état de cimentation.



## PYROCLASTIQUE (suite)

Diamètre des éléments :	Roches meubles :	Roches cimentées :
Plus de 30 mm :	Blocs :	Brèches :
de 30 à 2 mm :	Lapillis :	Tufs :
Moins de 2 mm :	cendres :	Cinériles :

Cendres, lapillis, ponces, scories et bombes, situés sur ou aux alentours d'un édifice d'accumulation volcanique, sont les produits pyroclastiques les plus courants.

REGOSOL : (Sol minéral brut d'érosion sur roche meuble) : Le "sol" est composé d'affleurements de roche meuble ayant subi ou non une désagrégation. L'érosion empêche la formation d'un sol évolué, mais il peut y avoir un horizon humifère embryonnaire.

RIFT (VALLEY) : Terme anglais signifiant "déchirure" - Vaste fossé d'effondrement tectonique (limité par des failles), de dimension continentale (plusieurs centaines ou plusieurs milliers de kilomètres de long). L'origine de la formation d'un Rift serait la présence de courants de convection du magma sous la croûte terrestre. Lorsque le continent est soumis à une pression subcrustale venant de tous les côtés, il se bombe ; cela provoque dans la partie supérieure de la croûte des forces divergentes de tension qui déterminent la formation d'un fossé d'effondrement de grande dimension. Lorsque l'extension augmente, des fissures abyssales (de grande profondeur) s'ouvrent, par lesquelles monte le magma qui alimente le volcanisme du fossé d'effondrement.



**RHYOLITE :** Roche volcanique acide. Le terme de rhyolite employé dans son sens large désigne une composition chimique, plus qu'un assemblage minéralogique. Ce sont des roches, pouvant avoir des faciès divers, mais toujours très riches en silice (prédominante), en alcalis (Na, K) et pauvre en Mg, Ca, Fe. Ses constituants sont généralement mal exprimés sous forme de cristaux. La proportion de verre amorphe est toujours importante. La silice est rarement exprimée sous forme de quartz. Suivant l'état de cristallisation (d'autant plus avancé que le refroidissement du magma a été lent), les feldspaths sont plus ou moins abondants, et flottent au sein d'une pâte vitreuse. Les rhyolites sont classées en fonction de leur composition minéralogique théorique ("norme") calculée à partir de leur composition chimique. On distingue 2 familles :

- les rhyolites calco-alcalins : la teneur en calcium permet la présence de feldspath plagioclase (virtuel ou cristallisé). Ce sont les rhyolites les plus courantes, mais peu abondantes dans la région d'AWASSA.
- les rhyolites alcalines : très pauvres en calcium, ne permettant que la présence (virtuelle le plus souvent) de feldspaths alcalins (albite, anorthose) ou plus rarement potassiques (microcline, orthose, sanidine). Les rhyolites de la région d'AWASSA sont sodiques.

En fonction de leur état de cristallisation (qui dépend de la vitesse de refroidissement), de leur mode de formation et de leur composition chimique, les rhyolites, au sens large, peuvent présenter des aspects très différents :

- . rhyolite s.st : on y observe des feldspaths individualisés en phéno-cristaux. Associés au quartz des microlites de feldspaths forment souvent des "sphérolites". Ces minéraux flottent dans une pâte vitreuse généralement de couleur claire. Ces roches se sont formées au sein de coulées visqueuses ou de dôme.



- . Ignimbrite : roche formée à partir d'éléments de nuées ardentes, soudés à chaud. Son aspect massif lui fait ressembler à la rhyolite de coulée.
- . Ponce : verre pur très vacuolaire de couleur claire issu d'éruptions explosive
- . Obsidienne : verre pur anhydre, non vacuolaire, de couleur sombre, coulées visqueuses courtes, dégazées.
- . sables, cendres rhyolitiques

SCORIES : Roche volcanique formée par une accumulation de lambeaux de laves projetés à l'état incandescent. Ces éléments sont irréguliers, déchiquetés, de taille très variable (1 à 10 cm). Les scories se refroidissent plus ou moins pendant leur trajet aérien ; leur richesse en gaz lors de leur expulsion les rend boursouflées et bulleuses. Le refroidissement rapide interdit la cristallisation du magma, qui reste à l'état de verre. Les scories forment la plus grosse partie des cônes d'accumulation, Les scories sont soudées ou non, suivant qu'elles sont encore fluide ou non, en retombant. Le terme de scorie s'applique généralement aux magmas basiques. (basaltes, andésites...) ; elles sont alors de couleurs variées (rouges, noires, blanches...). On emploie le terme de ponce pour les rhyolites.

SILTEUX : Riche en sable très fin (20 - 50  $\mu$ ) et en limon (2 - 20  $\mu$ ) -

SOL HUMIQUE A GLEY : Sol hydromorphe à engorgement total mais temporaire, jusqu'en surface, caractérisé par une matière organique évoluée de type "anmoor" et abondante (8 à 30 % sur au moins 20 cm).



**STABILITE STRUCTURALE** : Résistance des agrégats à leur destruction sous l'action de facteurs externes : travail du sol excessif, hydratation trop brutale suivie d'une dessiccation rapide (glaçage), agressivité des pluies....

**STRUCTURE** : Mode d'agencement des agrégats du sol. La structure est liée à l'importance et à la nature des colloïdes (argile et humus) du sol. La structure est ainsi plus ou moins stable.

**TEST AU NaF** : (test de "FIEDES et PERROT") : Test contribuant à reconnaître un andosol. Il est basé sur la propriété des allophanes de développer avec le fluorure de sodium, une réaction alcaline (pH 9,5 à 11). L'alcalinité d'échange provoquée par la réaction de l'allophane avec le NaF peut être soit décelée sur le terrain par la coloration en rouge vif de la phénolphtaléïne, soit mesurée au laboratoire avec un pH mètre.

**TEXTURE** : Appréciation synthétique de la composition granulométrique du matériau, c'est à dire de sa teneur en argile (0 - 2  $\mu$ ), en limon (2-50  $\mu$ ) en sable (50 - 2000  $\mu$ ), indiquée par l'analyse de laboratoire. Les classes de texture simplifiées sont les textures argileuses, argilo-limoneuse, limono-argileuse, limoneuse, limono-sableuse, sablo-limoneuse et sableuse. En l'absence de résultat analytique, la texture d'un sol peut être apprécié empiriquement au toucher.

**THIXOTROPIE** : Propriété d'un corps, présentée souvent par les andosols, d'absorber beaucoup d'eau tout en restant rigide, mais de libérer brusquement cette eau sous une légère pression, en donnant l'impression d'éclater et en devenant une masse fluide.



TOURBE : Accumulation de matière organique en milieu mal aéré, saturé d'eau de façon presque permanente. Cette matière organique se décompose et s'humifie très lentement ; elle s'accumule en couches constamment saturées d'eau, constituées de débris peu transformés.

TUFS : Roche volcanique formée d'un agglomérat de "lapillis" (éléments pyroclastiques de 2 à 30 mm de large), cimentés. Il s'agit d'une distinction granulométrique (à opposer à cinérite et brèche) et la nature chimique des éléments n'importe pas.

VERTIQUE : Caractère de certains sols, lié à l'abondance d'argile gonflante. Les alternances d'engorgement et de dessiccation induisent une morphologie particulière dans le sol : présence de faces de glissement souvent striées sur les agrégats, indiquant des frictions lors du gonflement en saison des pluies ; présence de larges fentes de retrait et d'une structure fragmentaire très grossière, en saison sèche. En surface apparaît parfois un microrelief "gilgai".